

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR EMISI GAS
BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS ARDUINO
DENGAN INTERFACE KOMUNIKASI USB**

SKRIPSI



**Disusun Oleh :
MUHAMAD ARISTYO RAHADIAN
NIM. 12.12.225**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2016**

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS ARDUINO DENGAN INTERFACE KOMUNIKASI USB

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

**Disusun oleh :
MUHAMAD ARISTYO RAHADIAN
NIM. 1212225**

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**M. IbrahimAshari, ST, MT
NIP.P. 1030100358**

**Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT
NIP.P. 1030100361**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

**M. IbrahimAshari, ST, MT
NIP.P. 1030100358**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2016**

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS ARDUINO DENGAN INTERFACE KOMUNIKASI USB

Muhamad Aristyo Rahadian, Nim 1212225
Dosen Pembimbing : M. IbrahimAshari, ST, MT dan
Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT

Konsentrasi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro S-1
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo Km.2 Malang
E-mail : aristyo21@gmail.com

ABSTRAK

Pesatnya pertumbuhan kendaraan bermotor akan berakibat meningkatnya penggunaan bahan bakar minyak (BBM) di sektor transportasi. Dampaknya, emisi gas buang yang mengandung polutan juga naik dan mempertinggi kadar pencemaran udara. Dalam mendukung usaha pelestarian lingkungan hidup, negara-negara di dunia mulai menyadari bahwa emisi gas buang kendaraan merupakan salah satu polutan atau sumber pencemaran terbesar. Gas karbonmonoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) merupakan salah satu jenis polutan berbahaya yang terkandung dalam emisi gas buang kendaraan .

Pada makalah ini telah direalisasikan suatu alat yang bisa digunakan untuk mengukur kadar emisi gas buang kendaraan. Dalam perancangan ini digunakan sebuah mikrokontroler Arduino dan perancangan sistem ini menggunakan sensor MQ7 untuk mendeteksi gas karbonmonoksida dan sensor MQ2 untuk mendeteksi gas hidrokarbon. Komunikasi antar perangkat keras dan perangkat lunak menggunakan komunikasi serial usb. Program yang dioperasikan dibuat dengan software Labview.

Dari hasil pengujian alat secara keseluruhan sistem dapat bekerja sesuai dengan diperancangan awal yaitu dapat mengukur kadar emisi gas buang dan juga dapat mengkoneksikan alat dengan program labview melalui komunikasi serial usb

Kata Kunci : *Emisi Gas Buang, Arduino Uno, Labview, MQ7,MQ2*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga kami selaku penyusun dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini yang berjudul **“RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS ARDUINO DENGAN INTERFACE KOMUNIKASI USB ”** dapat terselesaikan.

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan laporan ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Elektronika ITN Malang.

Sebagai pihak penyusun penulis menyadari tanpa adanya kemauan dan usaha serta bantuan dari berbagai pihak, maka laporan ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu , penyusun mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Dr.Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Ir. Anang Subardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. M. Ibrahim Ashari, ST,MT selaku Pembimbing Satu Skripsi dan Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT selaku Dosen Pembimbing Dua Skripsi dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Sahabat-sahabat dan rekan-rekan yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu baik dari segi teknis maupun dukungan moral dalam terselesaikanya skripsi ini.

Usaha telah kami lakukan semaksimal mungkin, namun jika ada kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan, kami mohon saran dan kritik yang sifatnya membangun. Begitu juga sangat kami perlukan untuk menambah kesempurnaan laporan ini dan dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, 1 Agustus 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan	i
Abstrak	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel.....	v
Daftar Grafik.....	vi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi Pemecahan Masalah.....	2
1.6 Sistematika Penulisan	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Emisi Gas Buang	5
2.1.1 Gas Hidrokarbon (HC).....	5
2.1.2 Gas Karbon Monoksida (CO)	6
2.2 Sensor Gas	7
2.2.1 MQ-2	8
2.2.2 MQ-7	9
2.3 Mikrokontroler ATmega328	10
2.3.1 Konfigurasi Pin out Atmega328	11
2.4 Arduino Uno	14
2.4.1 Komunikasi Arduino Uno	16
2.5 Komunikasi Serial	16
2.5.1 Universal Serial Bus (USB).....	17
2.6 National Instruments LabVIEW	19
2.6.1 Virtual Instrument for Package Manager	19

2.6.2 LabVIEW.....	20
--------------------	----

BAB III PERANCANGAN SISTEM

3.1 Pendahuluan.....	27
3.2 Blok Diagram	27
3.3 Prinsip Kerja	28
3.4 Perancangan Alat	28
3.5 Perancangan Perangkat Keras	27
3.5.1 Perancangan Minimum Sistem Arduino Uno	29
3.5.2 Perancangan Sensor	30
3.5.2.1 Sensor MQ-7.....	30
3.5.2.2 Sensor MQ-2.....	31
3.6 Perancangan Perangkat Lunak.....	32
3.6.1 LabVIEW Interface for Arduino	32
3.6.2 Program Interface Arduino	33
3.6.3 Program LabVIEW	35
3.6.3.1 Program Blok Diagram.....	36
3.6.3.2 Program Frontpanel	38
3.7 Flowchart	40

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan.....	41
4.2 Pengujian Minimum Sistem Arduino UNO	41
4.2.1 Peralatan yang Dibutuhkan.....	41
4.2.2 Langkah-langkah yang Dilakukan.....	42
4.2.3 Hasil Pengujian	42
4.2.4 Analisa Pegujian	44
4.3 Pengujian Sensor MQ-7 (CO)	44
4.3.1 Peralatan yang Dibutuhkan.....	44
4.3.2 Langkah-langkah yang Dilakukan.....	44
4.3.3 Hasil Pengujian.....	45
4.3.4 Analisa Pegujian	46

4.4 Pengujian Sensor MQ-2 (HC)	48
4.4.1 Peralatan yang Dibutuhkan.....	48
4.4.2 Langkah-langkah yang Dilakukan	48
4.4.3 Hasil Pengujian.....	49
4.4.4 Analisa Pegujian	50
4.5 Pengujian Keseluruhan Sistem	52
4.5.1 Langkah Pengujian	52
4.5.2 Hasil Pengujian.....	52
4.4.3 Analisa Hasil Pengujian.....	53

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran	57

DAFTAR PUSTAKA	58
-----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sensor MQ2.....	8
Gambar 2.2	Konfigurasi Pin Sensor MQ2	9
Gambar 2.3	Sensor MQ7.....	9
Gambar 2.4	Konfigurasi Pin Sensor MQ7	10
Gambar 2.5	Architecture Atmega328	12
Gambar 2.6	Konfigurasi Pin out ATmega328	12
Gambar 2.7	Arduino UNO	14
Gambar 2.8	Pengiriman Data Serial.....	17
Gambar 2.9	Konektor USB	18
Gambar 2.10	Konfigurasi Kabel USB	18
Gambar 2.11	Aplikasi Virtual Instrument Package Manager	20
Gambar 2.12	Logo Labview	21
Gambar 2.13	Frontpanel.....	21
Gambar 2.14	Blok Diagram	22
Gambar 2.15	Control Pallete.....	23
Gambar 2.16	Waveform.....	23
Gambar 2.17	Functions Pallete	24
Gambar 2.18	Inisialisasi Arduino	24
Gambar 2.19	While Loop.....	25
Gambar 2.20	Analog Read Pin	26
Gambar 2.21	Multiply.....	26
Gambar 2.22	Divide	26
Gambar 2.23	Wait	26
Gambar 3.1	Blok Diagram	27
Gambar 3.2	Perancangan Alat	28
Gambar 3.3	Skematik Minimum Sistem Arduino Uno.....	30
Gambar 3.4	Skematik Sensor MQ7	31
Gambar 3.5	Skematik Sensor MQ2	32
Gambar 3.6	Library LVIFA di VIPM	33
Gambar 3.7	Letak Library LVIFA untuk Interface.....	34

Gambar 3.8	Source Code LVIFA	34
Gambar 3.9	Menu Blok Diagram Labview	36
Gambar 3.10	Program Labview	37
Gambar 3.11	Menu Front Panel Labview	38
Gambar 3.12	Tampilan User Interface	39
Gambar 3.13	Flowchart Rancang Bangun Alat	40
Gambar 4.1	Hasil Pengujian Pin Analog Saat Kondisi Udara Normal...	42
Gambar 4.2	Hasil Pengujian Pin Analog Diberikan Sedikit Gas.....	43
Gambar 4.3	Hasil Pengujian Pin Analog Diberikan Banyak Gas.....	43
Gambar 4.4	Pengujian Tegangan Sensor MQ-7 di Labview	45
Gambar 4.5	Pengukuran Tegangan Sensor MQ-7 Dengan Multimeter....	45
Gambar 4.6	Nilai Adc Sensor MQ-7	46
Gambar 4.7	Pengujian Tegangan Sensor MQ-2 di Labview	49
Gambar 4.8	Pengukuran Tegangan Sensor MQ-7 Dengan Multimeter....	49
Gambar 4.9	Nilai Adc Sensor MQ-2	50
Gambar 4.10	Hasil Tampilan Pada Labview	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor Gas MQ2	8
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor Gas MQ7	10
Tabel 2.3 Fungsi Pin Mikrokontroler ATmega328.....	13
Tabel 2.4 Konfigurasi Kabel USB	18
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pin Input	43
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor MQ-7 (CO)	45
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor MQ-2 (HC)	48
Tabel 4.4 Hasil Nilai Respon Sensor	51
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Alat ukur	51

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 persamaan nilai regresi gas CO	52
Grafik 4.2 persamaan nilai regresi gas HC	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pada saat ini sektor transportasi tumbuh dan berkembang seiring dengan peningkatan ekonomi nasional maupun global. Pesatnya pertumbuhan kendaraan bermotor berakibat meningkatnya penggunaan bahan bakar minyak (BBM) di sektor transportasi. Dampaknya, emisi gas buang yang mengandung polutan juga naik dan mempertinggi kadar pencemaran udara. Emisi kendaraan bermotor mengandung gas karbon dioksida (CO₂), nitrogen oksida (NO_x), karbon monoksida (CO), hydrocarbon (HC), dan partikel lain yang berdampak negatif pada manusia ataupun lingkungan bila melebihi ambang konsentrasi tertentu. Dalam menetapkan standar emisi kendaraan di suatu negara, pembuat kebijakan harus mengetahui betul hubungan erat antara dua hal penting yang berkaitan erat. Yakni antara standar emisi kendaraan dengan teknologi mesin kendaraan dan kualitas BBM.. Pada saat ini Indonesia menggunakan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 05 tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama^[1].

Dalam mendukung usaha pelestarian lingkungan hidup, negara-negara di dunia mulai menyadari bahwa gas buang kendaraan merupakan salah satu polutan atau sumber pencemaran terbesar. Untuk bisa mengetahui emisi gas buang pada kendaraan bisa dites dengan alat uji emisi untuk mengetahui tingkat emisi kendaraan. Namun, kebanyakan alat yang ada sangatlah tidak efisien dalam penggunaan karena bentuknya yang besar. Oleh sebab itu perlu dibuat alat yang mudah untuk mengukur emisi gas buang yang dihasilkan pada kendaraan, agar dapat mengetahui nilai ambang batas emisi gas buang, melalui interface komunikasi USB dengan bantuan aplikasi komputer, diupayakan untuk melihat hasil uji emisi gas buang kendaraan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diutarakan diatas, maka dapat disimpulkan permasalahan yang dituangkan dalam karya ilmiah ini, yaitu :

1. Bagaimana merancang suatu alat untuk mengukur kadar emisi gas buang yang mampu mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dan hidro karbon (HC) pada kendaraan bermotor berbasis arduino.
2. Bagaimana cara menghubungkan arduino ke komputer dengan interface komunikasi usb dari Arduino ke komputer dan melihat hasilnya dengan aplikasi labview.

1.3 Tujuan

Untuk membuat alat ukur kadar emisi gas buang pada kendaraan bermotor dan di interfacekan ke komputer dengan komunikasi usb serta ditampilkan di aplikasi labview.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari cakupan pembahasan yang melebar agar pembuatan alat ini dapat sesuai dengan tujuan yang diharapkan maka diperlukan beberapa batasan-batasan diantaranya adalah :

1. Dalam penelitian alat ukur emisi gas buang ini hanya mengukur kendaran mobil.
2. Alat ini tidak mengukur kadar emisi gas lain selain gas karbon monoksida (CO) dan hidro karbon (HC).
3. Sensor gas yang digunakan adalah jenis sensor MQ-7 dan MQ-2 yang sudah kompatibel dengan arduino.
4. Tidak membahas detail tentang dampak dari emisi gas buang terhadap kesehatan dan lingkungan.

1.5 Metodologi pemecahan masalah

Metode yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah:

1. Kajian Literatur

Pengumpulan data dan informasi yang dilakukan dengan mencari bahan-bahan kepustakaan dan referensi dari berbagai sumber sebagai landasan teori yang ada hubungannya dengan permasalahan pada perancangan alat.

2. Perancangan Alat

Sebelum melaksanakan pembuatan alat, dilakukan perancangan terhadap alat yang meliputi merancang rangkaian setiap blok, serta penalaran metode yang digunakan.

3. Pembuatan Alat

Pada tahap ini realisasi alat yang dibuat, dilakukan perakitan sistem terhadap seluruh hasil rancangan yang telah dibuat.

4. Pengujian Alat

Proses uji coba rangkaian dan keseluruhan sistem untuk mengetahui adanya kesalahan agar sistem sesuai dengan konsep yang telah dirancang sebelumnya.

5. Pelaporan hasil pengujian dan kesimpulan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dan memahami pembahasan penulisan skripsi ini, sistematika penulisan disusun sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Membahas tentang dasar teori mengenai permasalahan yang berhubungan dengan penelitian.

BAB III : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini membahas tentang perencanaan dan proses pembuatan meliputi perencanaan, pembuatan alat, cara kerja, dan penggunaan alat.

BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISA

Berisi tentang pembahasan dan analisa alat dari hasil yang diperoleh pada pengujian.

BAB V : PENUTUP

Berisi tentang semua kesimpulan yang berhubungan dengan penulisan skripsi, dan saran yang digunakan sebagai pertimbangan dalam pengembangan program selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Emisi Gas Buang^[2]

Emisi gas buang adalah sisa hasil bahan bakar akibat pembakaran di dalam mesin pembakar bagian dalam, mesin pembakar bagian luar, mesin jet yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Sisa hasil pembakaran berupa gas CO atau karbon monoksida yang beracun, CO₂ atau karbon dioksida yang merupakan gas rumah kaca, NO_x senyawa nitrogen oksida, hidrokarbon (HC) berupa senyawa hidrat arang akibat ketidak sempurnaan proses pembakaran serta partikel lepas. Pada negara-negara maju yang melakukan standar emisi gas buang kendaraan yang sangat ketat, ada 5 unsur dalam gas buang kendaraan yang diukur yaitu gas HC, CO, CO₂, O₂ dan senyawa NO₂. Sedangkan pada negara-negara berkembang yang mempunyai standar emisinya tidak begitu ketat, hanya mengukur 4 unsur saja dalam gas buang yaitu gas HC, CO, CO₂ dan O₂. Alat ini dibuat untuk mengukur konsentrasi gas CO dan HC pada emisi kendaraan bermotor berbahan bakar bensin. Dan alat ini dirancang mengikuti standar emisi yang ada di Indonesia berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama.

2.1.1 Gas Hidrokarbon (HC)^[3]

Gas hidrokarbon (HC) adalah gas yang tidak begitu merugikan manusia, namun merupakan penyebab terjadinya kabut dalam campuran asap. Asap hidrokarbon yang terdapat pada gas buang berbentuk *gasoline* yang tidak terbakar. Gas hidrokarbon terdapat pada proses penguapan bahan bakar pada karburator, tangki, serta kebocoran gas yang melalui celah antara silinder engkol. Untuk standar batas emisi gas hidrokarbon itu sendiri di Indonesia berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup sudah ditetapkan ambang batas maksimum untuk kendaraan beroda 4 atau beroda lebih dari 4 ditetapkan ambang batas maksimum yaitu 200 ppm (part per million).

Penyebab Hidrokarbon terlalu tinggi :

Engine menggunakan karburator

- Terdapat silinder yang tidak bekerja (tidak terjadi pembakaran).
- Tekanan kompresi rendah atau tidak merata pada masing-masing silinder.
- Jet udara untuk main dan idle jet tersumbat.
- Filter udara tersumbat.
- Ventilasi karter rusak atau terganggu.
- Pompa akselerasi bocor.

Engine dengan sistem electronic injection

- Injektor kotor pada bibir penyemprot.
- Sensor temperatur rusak.
- Filter udara tersumbat.
- *Air flow* meter rusak.
- *Throttle* sensor rusak.

2.1.2 Gas Karbon Monoksida (CO)^[3]

Gas karbon monoksida (CO) adalah gas hasil pembakaran yang bersifat racun bagi manusia pada saat bernafas, karena akibat berkurangnya jumlah oksigen pada jaringan darah. Gas karbon monoksida (CO) terdapat cukup banyak di udara, karena gas CO ini terbentuk akibat adanya suatu pembakaran yang tidak sempurna. Gas karbon monoksida mempunyai ciri yang tidak berwarna, tidak terasa, serta tidak berbau. Kendaraan bermotor memberi dampak yang sangat besar dalam peningkatan kadar CO yang membahayakan. Gas CO adalah pencemar yang paling utama di dalam semua polutan udara. Untuk standar batas emisi gas karbon monoksida itu sendiri di Indonesia berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup sudah ditetapkan ambang batas maksimum CO yaitu untuk kendaraan beroda 4 atau beroda lebih dari 4 ditetapkan ambang batas maksimum CO yaitu 1,5 %.

Penyebab Karbon Monoksida (CO) terlalu tinggi :

Engine menggunakan karburator

- Penyetelan campuran terlalu tinggi.
- Jet bahan bakar (Spuyer) terlalu besar.
- Katup *Choke* tidak kembali pada posisi semula.
- Jet udara (*spuyer*) pada karburator tersumbat.
- Filter udara tersumbat (kotor).

Engine dengan sistem injeksi bensin

- Tekanan bahan bakar pada sistem terlalu besar (Regulator rusak).
- Terdapat kebocoran/tetes pada saat injektor posisi tertutup.
- Filter udara tersumbat.
- Throttle sensor rusak.
- Penyetelan saat pengapian tidak tepat.
- Kondisi busi yang sudah jelek.

2.2 Sensor Gas

Sensor merupakan komponen yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia di sekitar, sedangkan sensor gas adalah suatu komponen yang digunakan untuk mendeteksi salah satu jenis atau lebih dari satu jenis gas. Sensor gas berfungsi untuk mengukur kandungan senyawa gas polutan yang ada di udara. Sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi gas CO yaitu type MQ-7, sensor untuk mendeteksi HC yaitu MQ-2. Pada penelitian ini digunakan sensor MQ-7 dan MQ-2.

2.2.1 MQ-2^[4]

Sensor gas ini untuk mendeteksi gas hidrokarbon (HC). Sensor ini adalah sensor gas analog. Sensor MQ2 ini sering digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas di rumah maupun industri. Sensor MQ2 dapat mendeteksi gas : i-butane, Propana, Metana, Hidrogen, LPG, serta Asap. Dalam buku yang berjudul Atmospheric Monitoring with Arduino Sensor karangan Patrick Di Justo dan Emily Gertz Sensor ini juga dapat mendeteksi gas hidrokarbon hasil pembakaran mobil yang keluar dari knalpot. Sensor ini memiliki sensitivitas yang tinggi dan waktu respon yang cepat.

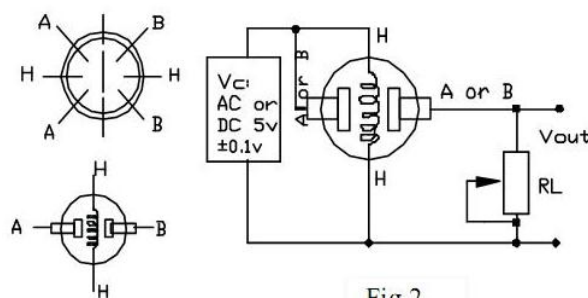


Gambar 2.1 Sensor MQ2

(http://wiki.sainsmart.com/index.php/SainSmart_MQ2_Gas_Sensor_Module)

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor Gas MQ2

Sensor Tipe	Semikonduktor
Deteksi Gas	Combustible Gas and Smoke
Circuit Voltage	5V \pm 0.1 AC or DC
Heating Voltage	5V \pm 0.1 AC or DC
Load Resistance	10 K
Heater Resistance	33 Ω \pm 5% at room temperature
Heating Consumption	< 800mW



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin Sensor MQ2

(<http://playground.arduino.cc/Main/MQGasSensors>)

Dalam gambar, + 5V terhubung ke kedua pin 'A'. Ini dapat dilakukan jika pemanas membutuhkan tegangan + 5V tetap. Sebuah resistor tetap untuk beban-resistor. Vout terhubung ke input analog dari Arduino.

2.2.2 MQ-7^[5]

Sensor gas ini untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO). Sensor ini dapat mendeteksi konsentrasi gas CO mulai dari 20 hingga 2000 ppm. Menurut datasheet kondisi lingkungan yang disarankan untuk penggunaan sensor ini yaitu suhu antara -25-50 derajat celcius, kelembaban tidak lebih dari 95%, dan kadar oksigen (O₂) adalah 21%.

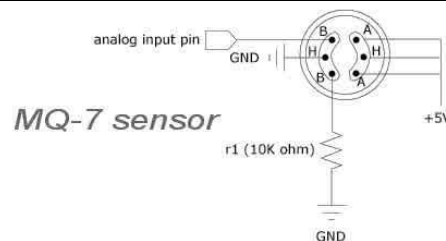


Gambar 2.3 Sensor MQ7

(<https://www.sparkfun.com/products/9403>)

Tabel 2.2 Spesifikasi sensor gas MQ7

Sensor Tipe	Semikonduktor
Deteksi Gas	Carbon Monoxide Gas
Circuit Voltage	5V \pm 0.1 AC or DC
Heating Voltage	5V \pm 0.1 AC or DC
Load Resistance	10 K
Heater Resistance	33 Ω \pm 5% at room temperature
Heating Consumption	< 800mW



Gambar 2.4 Konfigurasi Pin Sensor MQ7

(<http://www.ifuturetech.org/product/mq-7-module-carbon-monoxide-gas-sensor>)

Keterangan:

- 5 V dimasukan ke Pin VCC.
- GND dimasukan ke Pin Ground.
- Analog input pin dimasukan ke port analog arduino.

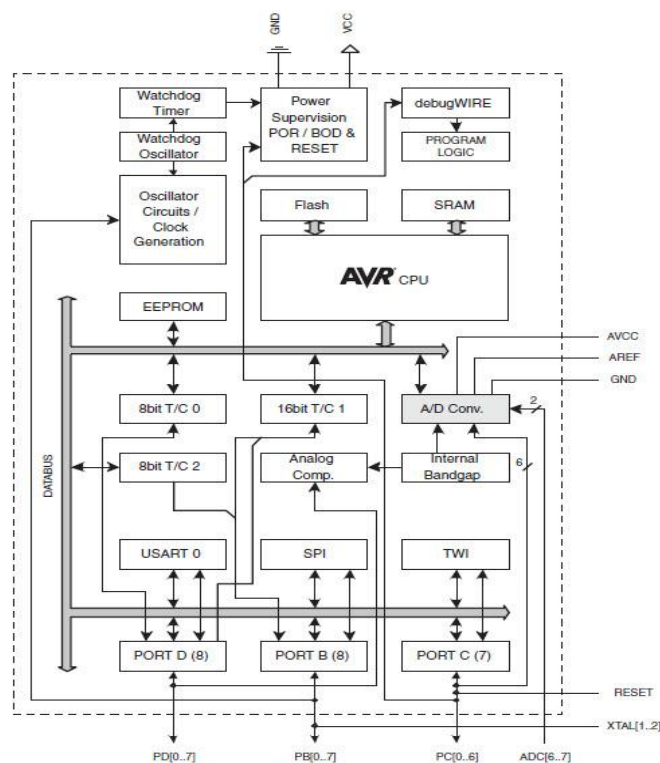
2.3 Mikrokontroler ATmega328^[6]

ATmega328 adalah mikrokontroller keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Mikrokontroller ini memiliki beberapa fitur antara lain :

- 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.
- 32 x 8-bit register serba guna.
- Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan clock 16 MHz.
- 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki bootloader yang menggunakan 2 KB dari flash memory sebagai bootloader.
- Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanent karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- Memiliki SRAM (*Static Random Access Memory*) sebesar 2KB.
- Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) output.
- *Master / Slave SPI Serial interface.*

Mikrokontroller ATmega 328 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja. Instruksi – instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock. 32 x 8-bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada

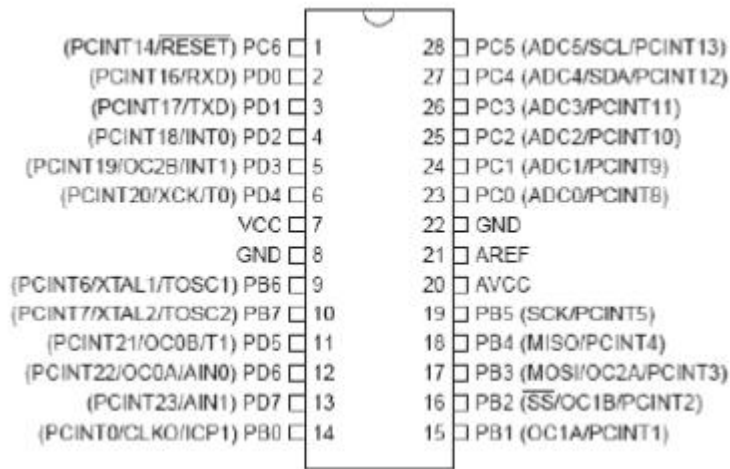
ALU (*Arithmetic Logic unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah *register pointer* 16-bit pada mode pengalamatan tidak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data. Ketiga *register pointer* 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31). Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit. Selain register serba guna di atas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai register *control Timer/ Counter*, Interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. Register-register ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0x5Fh.



Gambar 2.5 Architecture ATmega328

(<http://www.mouser.com/new/atmel/atmelatmega328/>)

2.3.1 Konfigurasi Pin out Atmega328



Gambar 2.6 Konfigurasi Pinout ATmega328

(<https://fandiajiputra.wordpress.com/>)

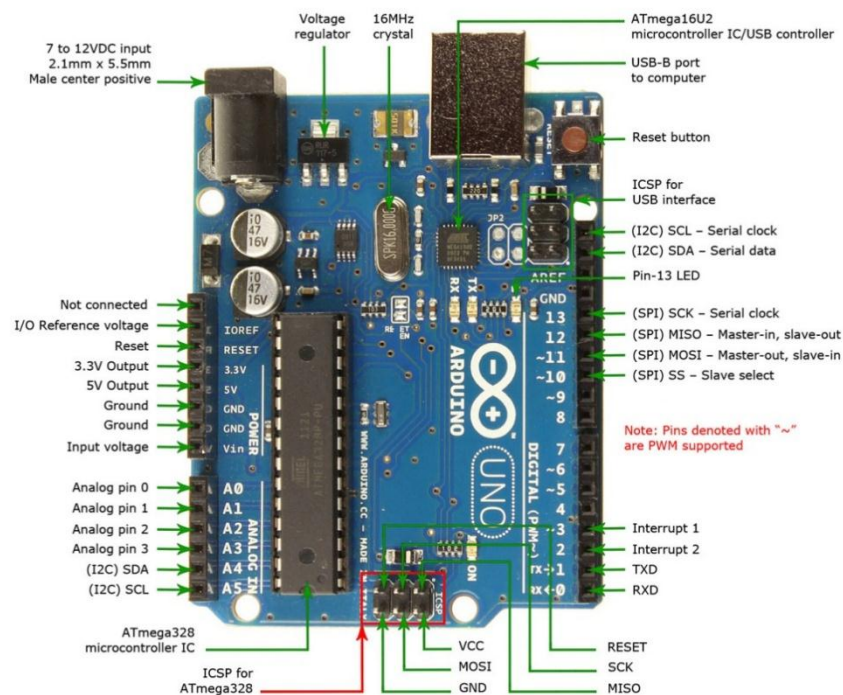
Tabel 2.3 Fungsi Pin Mikrokontroler ATmega328

Pin	Deskripsi	Fungsi
1	PC6	Reset
2	PD0	Digital Pin (RX)
3	PD1	Digital Pin (TX)
4	PD2	Digital Pin
5	PD3	Digital Pin (PWM)
6	PD4	Digital Pin
7	Vcc	Positive Voltage (Power)
8	GND	Ground
9	XTAL 1	Crystal Oscillator
10	XTAL 2	Crystal Oscillator
11	PD5	Digital Pin (PWM)
12	PD6	Digital Pin (PWM)
13	PD7	Digital Pin
14	PB0	Digital Pin
15	PB1	Digital Pin (PWM)
16	PB2	Digital Pin (PWM)
17	PB3	Digital Pin (PWM)
18	PB4	Digital Pin
19	PB5	Digital Pin
20	AVCC	Positive voltage for ADC (power)
21	AREF	Reference Voltage
22	GND	Ground
23	PC0	Analog Input

24	PC1	Analog Input
25	PC2	Analog Input
26	PC3	Analog Input
27	PC4	Analog Input
28	PC5	Analog Input

2.4 Arduino Uno^[7]

Arduino adalah sebuah *board* mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin *input/output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 *analog input*, *crystal osilator* 16 MHz, *koneksi USB*, *jack power*, kepala ICSP, dan tombol *reset*. Arduino mampu men-support mikrokontroler dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.



Gambar 2.7 Arduino UNO

(<https://www.robomart.com/image/catalog/RM0058/01.jpg>)

Arduino merupakan sebuah *board* minimum *system* mikrokontroler yang bersifat *open source*. Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding *board* mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan

kita ketika kita memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai *port* komunikasi *serial* Arduino menyediakan 20 pin *I/O*, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital *input/output*. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan *output* digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi *output* digital, pin analog yang pada keterangan *board* 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin *output* digital 14-16. Sifat *open source* arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk kita dalam menggunakan *board* ini, karena dengan sifat *open source* komponen yang kita pakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran. Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan *syntax* bahasa pemrogramannya sehingga mempermudah kita dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler.

Berikut ini adalah konfigurasi dari arduino uno :

- Mikronkontroler ATmega328
- Beroperasi pada tegangan 5V
- Tegangan input (rekomendasi) 7 - 12V
- Batas tegangan input 6 - 20V
- Pin digital input/output 14 (6 mendukung output PWM)
- Pin analog input 6
- Arus pin per input/output 40 mA
- Arus untuk pin 3.3V adalah 50 mA
- Flash Memory 32 KB (ATmega328) yang mana 2 KB digunakan oleh bootloader
- SRAM 2 KB (ATmega328)

- EEPROM 1KB (ATmega328)
- Kecepatan clock 16 MHz

2.4.1 Komunikasi Arduino Uno

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi *serial*, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega16U2 pada saluran *board* ini komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai *com port virtual* untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* 16U2 menggunakan *USB driver standard COM*, dan tidak ada *driver eksternal* yang dibutuhkan. Namun, pada *Windows*, *file. Inf* diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk *monitor serial* yang memungkinkan data *tekstual* sederhana yang akan dikirim ke dan dari papan Arduino. RX dan TX LED di papan akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip* USB-to-*serial* dan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi *serial* pada pin 0 dan 1). Sebuah perpustakaan *Software Serial* memungkinkan untuk komunikasi serial pada setiap pin digital Uno itu. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan *Kawat* untuk menyederhanakan penggunaan dari bus I2C, Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI.

2.5 Komunikasi Serial

Komunikasi serial adalah salah satu metode komunikasi data di mana hanya satu bit data yang dikirimkan melalui seuntai kabel pada suatu waktu tertentu. Pada dasarnya komunikasi serial adalah kasus khusus komunikasi paralel dengan nilai $n = 1$, atau dengan kata lain adalah suatu bentuk komunikasi paralel dengan jumlah kabel hanya satu dan hanya mengirimkan satu bit data secara simultan^[8].

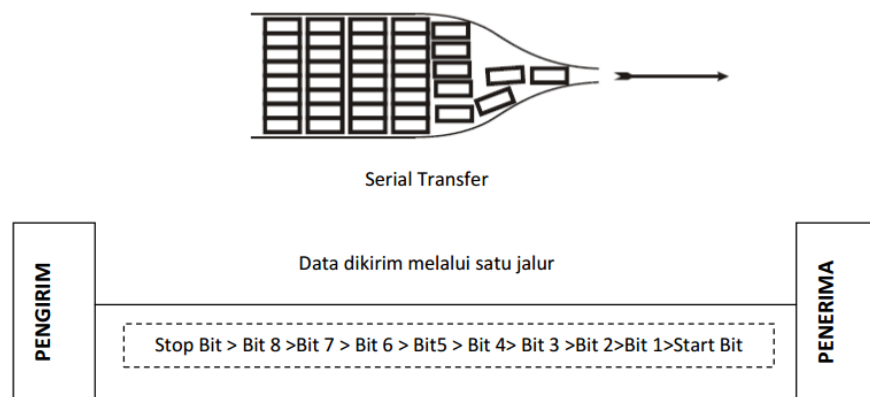
Keuntungan dan kelemahan serial interfacing :

Keuntungan :

- Tidak membutuhkan banyak jalur.
- Jarak pengiriman jauh.

Kelemahan :

- Kecepatan pengiriman lebih lambat.
- Serial port lebih sulit ditangani, karena data di komputer diolah secara paralel sehingga data dari & ke serial *port* perlu dikonversi ke serial.
- Dari Segi perangkat lunak lebih banyak register yang digunakan atau terlibat.

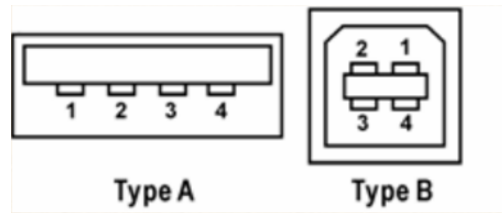


Gambar 2.8 Pengiriman Data Serial

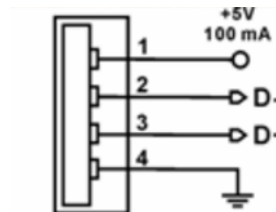
Setiap karakter akan dikirim dengan diawali start bit dan diakhiri dengan stop bit sehingga dalam pengiriman satu karakter dibutuhkan 10 bit data. Pengiriman dilakukan dari bit yang paling rendah (*Low Significant Bit*) sampai ke bit yang paling tinggi (*Most Significant Bit*).

2.5.1 Universal Serial Bus (USB)^[9]

Penggunaan serial *port* dengan menggunakan USB, transfer data berlangsung jauh lebih cepat dibandingkan dengan penggunaan port type lainnya. Konektor USB hanya ada 2 macam, yakni konektor *type A* dan konektor *type B*. Konektor *type A* dipakai untuk menghubungkan kabel USB keterminal USB yang ada pada bagian belakang komputer produksi berapa tahun terakhir ini. Konektor *type B* dipakai untuk menghubungkan kabel USB keterminal USB yang ada pada peralatan, untuk peralatan USB yang sederhana, misalnya mouse, biasanya tidak pakai konektor B, untuk menghemat biaya kabel langsung dihubungkan ke bagian dalam mouse.



Gambar 2.9 Konektor USB



Gambar 2.10 Konfigurasi Kabel USB

Tabel 2.4 Konfigurasi Kabel USB

Pin	Warna Kabel	Fungsi
1	Merah	VBus (5Volt)
2	Putih	D-
3	Hijau	D+
4	Hitam	Ground

Kabel USB terdiri dari 4 utas kabel ditambah konduktor pembungkus kabel, seperti pelindung yang biasanya dijumpai dalam kabel audio. Kabel nomor 1 dipakai untuk menyalurkan sumber daya dengan tegangan 5 Volt, jika diperlukan peralatan USB boleh mengambil daya dari saluran ini dan tidak boleh lebih dari 100 mA. Komputer yang dilengkapi dengan kemampuan USB, wajib menyediakan daya sebesar 100 mA untuk keperluan ini. Peralatan USB yang memerlukan daya lebih dari ketentuan tersebut di atas, harus menyediakan sendiri sumber daya untuk keperluan kerja peralatan tersebut. Kabel nomor 4 adalah ground sebagai saluran balik sumber tegangan 5 Volt. Kabel nomor 2 dan nomor 3 dipakai untuk pengiriman sinyal. Kabel nomor 2 bernama D- dan kabel nomor 3 bernama D+, tegangan pada dua saluran ini berubah antara 0 Volt dan 3,3 Volt. Sinyal digital yang dikirim melalui dua saluran ini dikatakan sebagai ‘difference signal’, artinya sinyal digital ‘0’ atau ‘1’ tidak dinyatakan dengan besarnya tegangan pada saluran tersebut terhadap ground, seperti halnya sinyal digital yang

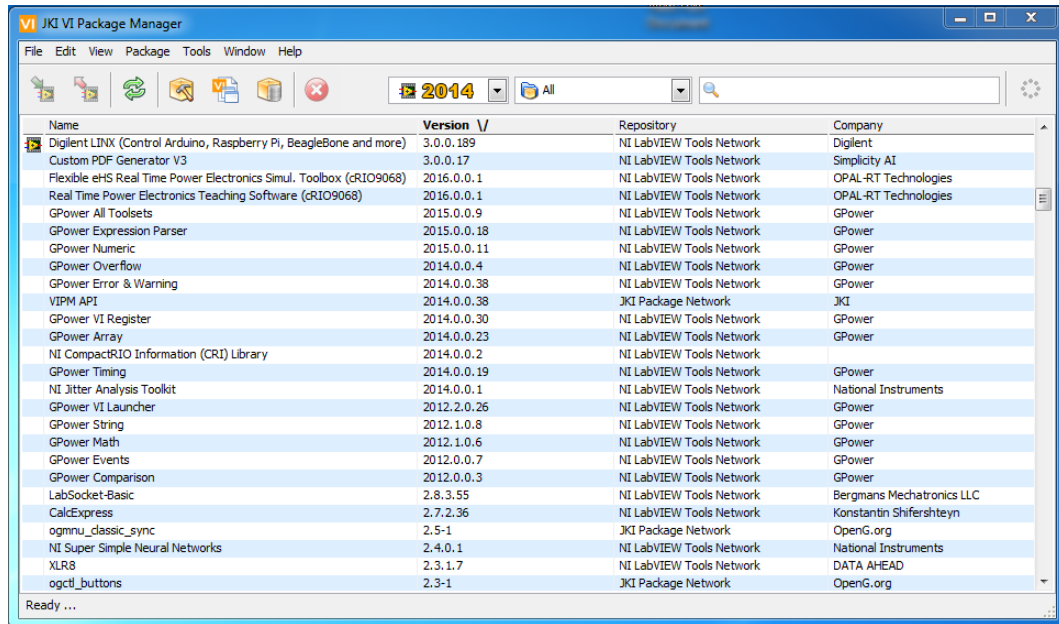
dipakai dalam IC TTL (*transistor Transistor Logic*) atau dalam saluran RS232. Sinyal digital dinyatakan dengan perbedaan tegangan antara dua kabel tersebut. Jika tegangan pada saluran D+ lebih tinggi dari tegangan pada saluran D-, maka informasi yang dikirimkan adalah sinyal digital '1', sebaliknya sinyal digital '0' dinyatakan dengan tegangan pada D+ lebih kecil dari tegangan pada D-.

2.6 National Instruments LabVIEW

National Instruments LabVIEW adalah sebuah *graphical programming environment* terbuka yang ditetapkan oleh standar industri untuk aplikasi aplikasi pengujian pengukuran dan otomasi. Sebuah perkembangan pada pemrograman grafik dimana teknisi dapat menggunakannya untuk mendesain suatu sistem menyerupai bentuk sistem aslinya, dapat melakukan pengamatan dengan hasil yang maksimal dan dapat mengontrol suatu aplikasi dengan *programmable automation controllers*.

2.6.1 Virtual Instrument for Package Manager

Virtual Instrument Package Manager (VIPM) digunakan untuk LabVIEW Interface For Arduino (LVIFA). Virtual Instrument Package Manager (VIPM) sendiri pada dasarnya merupakan sebuah *software add on* atau *software* yang berisi kumpulan library atau aplikasi yang dibuat untuk menghubungkan perangkat-perangkat elektronika pihak ketiga ke dalam *software* LabVIEW. Begitu banyak aplikasi yang ada pada VI Package Manager untuk dapat berkomunikasi dengan *software* LabVIEW. Namun, dikarenakan pada pembuatan alat akuisisi data ini hanya menggunakan arduino, maka aplikasi yang digunakan cukup hanya LabVIEW Interface for Arduino (LVIFA) saja.



Gambar 2.11 Aplikasi Virtual Instrument Package Manager

2.6.2 LabVIEW

LabVIEW adalah sebuah *software* pemrograman yang diproduksi oleh National *instruments* dengan konsep yang berbeda. LabVIEW adalah suatu bahasa pemrograman yang menggunakan berbagai macam ikon yang merepresentasikan suatu instruksi. Seperti bahasa pemrograman lainnya yaitu C++, matlab atau *Visual basic*, LabVIEW juga mempunyai fungsi dan peranan yang sama, perbedaannya bahwa labVIEW menggunakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau blok diagram sementara bahasa pemrograman lainnya menggunakan basis text. Jika bahasa pemrograman *text based* mengksekusi instruksi sesuai dengan urutan yang ditulis, LabVIEW menggunakan metode dataflow programming dimana alur data melalui berbagai ikon akan menentukan urutan eksekusi dari setiap instruksi. Dalam LabVIEW, VI adalah program yang menyerupai instrumen yang sesungguhnya.

Transmisi data lewat chanel dapat berbentuk:

1. Parallel
2. Serial



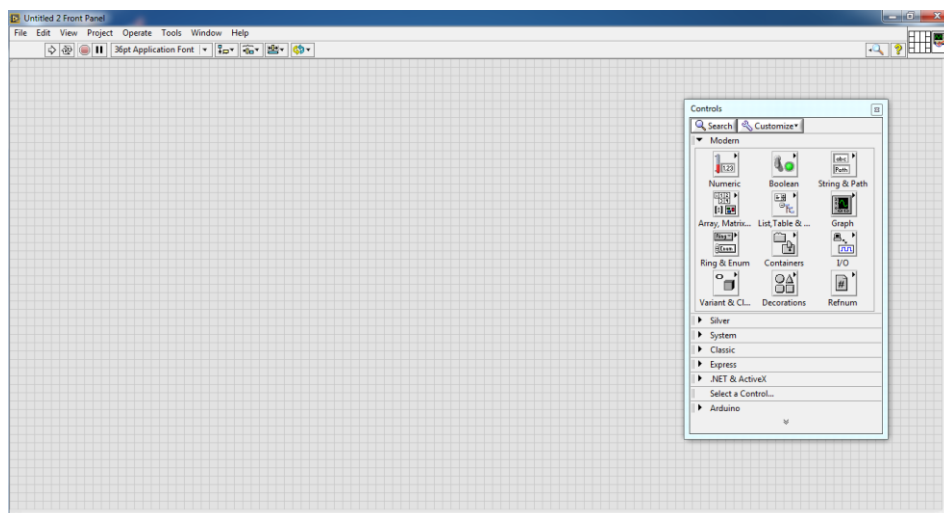
Gambar 2.12 Logo Labview

(<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/3/38/Labview-logo.png>)

Program labVIEW dikenal dengan sebutan Vi atau *Virtual instruments* karena penampilan dan operasinya dapat meniru sebuah *instrument*. Pada labVIEW, *user* pertama-tama membuat *user interface* atau *front panel* dengan menggunakan *control* dan indikator, yang dimaksud dengan kontrol adalah *knobs*, *push buttons*, *dials* dan peralatan input lainnya sedangkan yang dimaksud dengan indikator adalah *graphs*, LEDs dan peralatan *display* lainnya. Setelah menyusun *user interface*, lalu *user* menyusun blok diagram yang berisi kode-kode VIs untuk mengontrol *front panel*^[10]. *Software* LabVIEW terdiri dari tiga komponen utama, yaitu:

1. Frontpanel

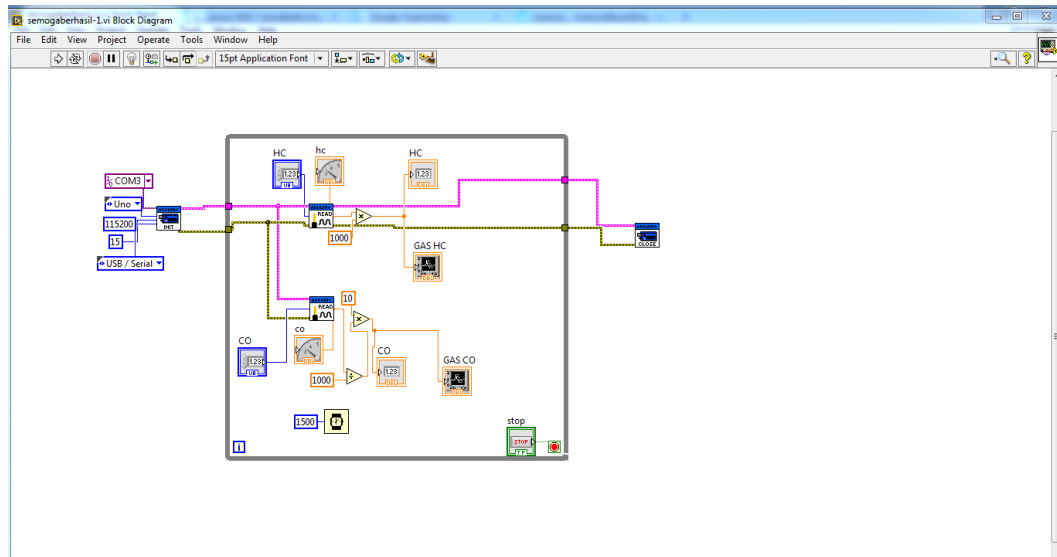
Front panel adalah bagian window yang berlatar belakang abu-abu serta mengandung control dan indikator. front panel digunakan untuk membangun sebuah VI, menjalankan program program. Tampilan dari front panel dapat di lihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Frontpanel

2. Blok diagram dari Vi

Blok diagram adalah bagian *window* yang berlatar belakang putih berisi *source code* yang dibuat dan berfungsi sebagai instruksi untuk *front panel*. Tampilan dari blok diagram dapat lihat pada Gambar 2.14.



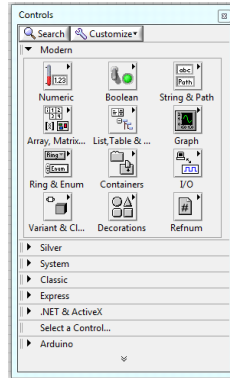
Gambar 2.14 Blok Diagram

3. Control dan Functions Palette

Control dan Functions Palette digunakan untuk membangun sebuah Vi.

a. Control Palette

Control Palette merupakan tempat beberapa control dan indikator pada front panel, control palette hanya tersedia di front panel, untuk menampilkan control palette dapat dilakukan dengan mengklik windows >> show control palette atau klik kanan pada frontpanel. Contoh control palette ditunjukkan pada Gambar 2.15



Gambar 2.15 Control Pallette

- Waveform

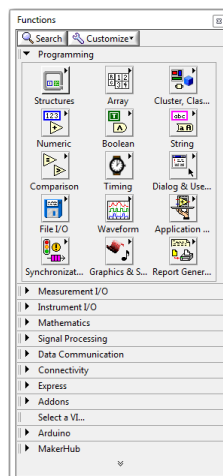


Gambar 2.16 Waveform

Waveform di gunakan untuk menampilkan grafik hasil perhitungan dari sistem yang dibuat.

b.Functions Pallette

Functions Pallette di gunakan untuk membangun sebuah blok diagram, functions pallette hanya tersedia pada blok diagram, untuk menampilkannya dapat dilakukan dengan mengklik windows >> show control pallette atau klik kanan pada lembar kerja blok diagram. Contoh dari functions pallette ditunjukkan pada Gambar 2.17

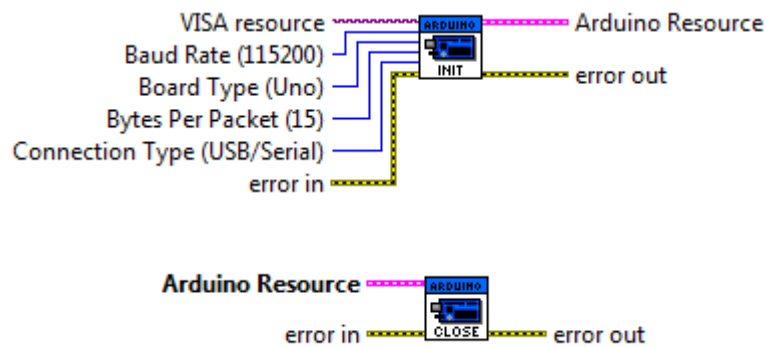


Gambar 2.17 Functions Pallette

Dalam pembuatan sebuah program untuk dijalankan di LabView diperlukan beberapa tools control pallette maupun function pallette yaitu:

- Inisialisasi Arduino Board

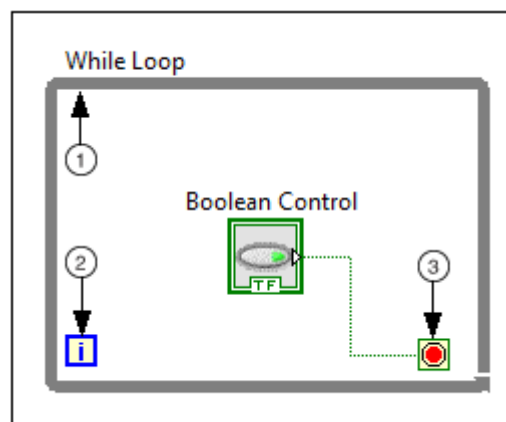
Fitur ini digunakan untuk menjalankan antarmuka serta menginisialisasikan *board* arduino agar terkoneksi ke komputer melalui aplikasi labview. Disini kita mensetting inputan seperti antarmuka yang digunakan, dalam program disini saya menggunakan komunikasi usb serial. Dan fitur *close* untuk menutup sambungan aktif ke arduino.



Gambar 2.18 Inisialisai Arduino

- While Loop

Fitur ini digunakan untuk mengulangi kode dalam subdiagram sampai kondisi tertentu terjadi. *While loop* selalu mengeksekusi setidaknya satu kali.

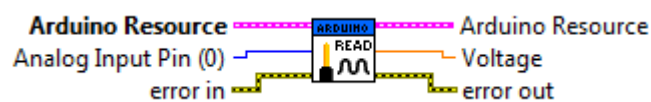


Gambar 2.19 While Loop

Terdapat tiga komponen dalam While Loop yaitu :

- Subdiagram : Berisi kode bahwa sementara loop mengeksekusi sekali per iterasi.
 - Iterasi Terminal : Menyediakan saat iterasi loop count. Hitungan lingkaran selalu dimulai dari nol untuk iterasi pertama. Jika jumlah iterasi melebihi 2147483647, atau 231-1, terminal iterasi tetap pada 2147483647 untuk semua iterasi lebih lanjut. Jika perlu menjaga hitungan lebih dari 2147483647 iterasi, dapat menggunakan register geser dengan kisaran bilangan bulat yang lebih besar.
 - Kondisional Terminal : Mengevaluasi nilai masukan boolean untuk menentukan apakah akan melanjutkan mengeksekusi Sementara loop. Untuk menentukan apakah *loop* berhenti untuk nilai *boolean TRUE* atau *FALSE*, mengkonfigurasi perilaku kelanjutan dari loop. Anda juga dapat menentukan kapan loop berhenti oleh kabel cluster kesalahan ke terminal bersyarat.
- Analog Read Pin

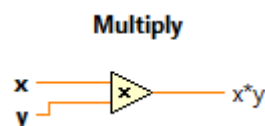
Fitur ini digunakan untuk membaca masukan analog melalui input pin yang dipilih pada arduino (A0-A5).



Gambar 2.20 Analog Read Pin

- Multiply

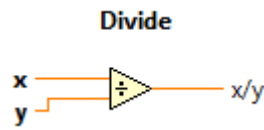
Fitur ini digunakan untuk menghitung hasil perkalian dari input.



Gambar 2.21 Multiply

- Divide

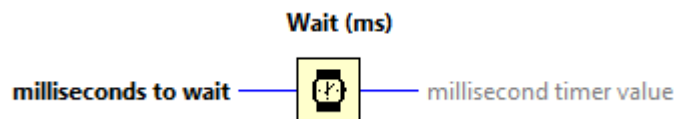
Fitur ini digunakan untuk menghitung hasil pembagian dari input.



Gambar 2.22 Divide

- Wait

Menunggu menentukan jumlah tertentu milidetik dan mengembalikan nilai timer milidetik. Pengkabelan nilai 0 sampai milidetik untuk menunggu masukan memaksakan thread saat ini untuk menghasilkan kontrol CPU. Fungsi ini membuat sistem panggilan asynchronous, tapi node sendiri berfungsi serentak. Oleh karena itu, itu tidak menyelesaikan eksekusi sampai waktu yang telah ditentukan.



Gambar 2.23 Wait

BAB III

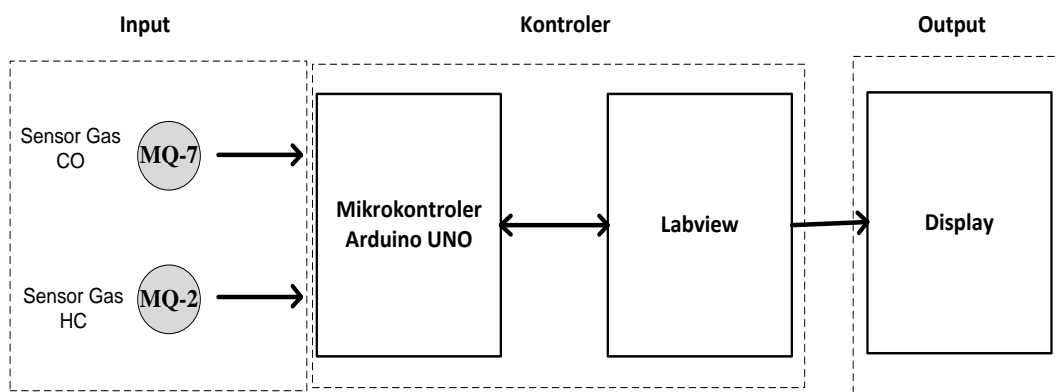
PERANCANGAN SISTEM

3.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan membahas mengenai perencanaan sistem, prinsip kerja dan perancangan perangkat keras serta perangkat lunak yang dalam perancangan sistem ini menjelaskan tentang bagaimana merancang alat ukur emisi gas buang kendaraan berbasis arduino, baik itu merancang skematik rangkaian, diagram blok rangkaian, perancangan program yang akan dimasukkan kedalam mikrokontroller dan flowchart perancangan alat tersebut.

3.2 Blok Diagram

Dalam setiap perencanaan dan pembuatan suatu alat diperlukan sebuah diagram blok, yang berfungsi untuk mempermudah dalam menentukan alur kerja dari sistem pada alat tersebut. Selain itu diagram blok juga berguna untuk mengetahui bagian-bagian system dari suatu alat, berikut ini adalah diagram blok dari alat dalam laporan skripsi ini.



Gambar 3.1 Blok Diagram

Penjelasan Blok Diagram :

- 1) Input , masukan sensor. Bagian input terdiri dari :
 - a. Sensor MQ7 yang akan mendeteksi gas Monoksida

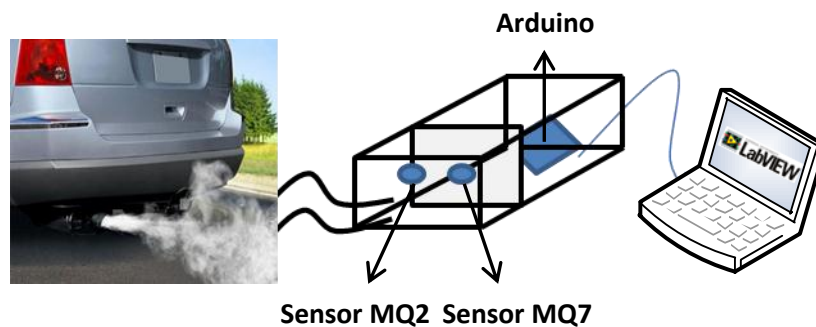
b. Sensor MQ2 yang akan mendeteksi gas Hidrokarbon

- 2) Kontroler, yaitu bagian pengolahan dari nilai yang dibaca oleh sensor kemudian dikirim ke komputer PC dengan komunikasi serial usb. Kontroler pada perancangan sistem ini saya program melalui aplikasi labview dengan library yang sudah tersedia, sehingga memungkinkan untuk memprogram langsung.
- 3) Output, yaitu bagian yang akan menampilkan pengolahan kontroler dari nilai yang dibaca oleh sensor kemudian memproses data tersebut menjadi sebuah display ditampilkan dengan grafik.

3.3 Prinsip Kerja

Alat ukur kadar emisi gas buang ini difokuskan untuk mendeteksi kandungan gas CO dan HC pada kendaraan bermotor. Dalam alat ini mikrokontroler berfungsi sebagai pengolah data yang diterima dari sensor yang mendeteksi gas buang oleh kendaraan bermotor. Mikrokontroler ATmega328 membutuhkan tegangan input sebesar 5 volt untuk dapat bekerja. Data dari sensor gas diolah oleh sebuah *board* mikrokontroler Arduino UNO R3 yang terprogram melalui aplikasi labview tersebut menampilkan sebuah display berupa grafik.

3.4 Perancangan Alat



Gambar 3.2 Perancangan Alat

Asap dari hasil pembuangan mobil akan disalurkan ke dalam box menggunakan selang, didalam box terdapat dua buah sensor yang siap mendeteksi kadar emisi gas buang kendaraan. Mikrokontroler juga diletakan didalam box, namun letak sensor dan mikrokontroler akan diberi sekat agar board

mikrokontroler bekerja tidak terpengaruh panas dari asap gas buang. Lalu lubang kecil dibuat untuk koneksi kabel usb ke komputer.

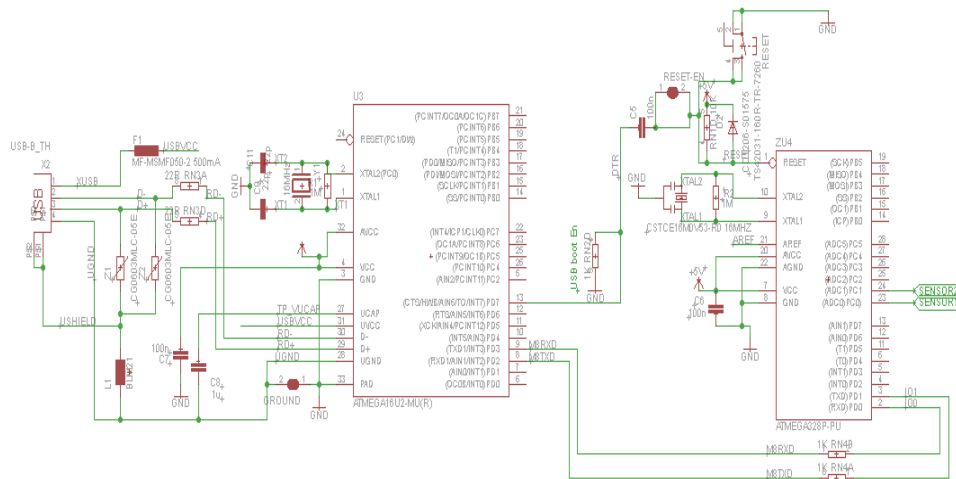
3.5 Perancangan Perangkat Keras

3.5.1 Perancangan Minimum Sistem Arduino Uno

Rangkaian minimum sistem ini berfungsi sebagai otak pemrosesan dari alat ukur emisi gas buang. Minimum sistem ini menggunakan mikrokontroler ATmega328 yang bekerja dengan level tegangan TTL, dalam hal ini digunakan tegangan sebesar 5 volt. Semua port yakni digital pin 0 sampai dengan 13 dan pin analog 0 sampai 5 bersifat *bi-directional I/O*. Pada minimum sistem ini terdapat tiga bagian penting diantaranya, rangkaian *osilator*, rangkaian *reset* dan rangkaian tegangan. Untuk membangkitkan frekuensi kerja pada perancangan ini menggunakan osilator kristal sebesar 16 MHz. Berdasarkan *data sheet* ATmega328 besar nilai kapasitor yang digunakan harus berada pada $33 + 10$ pF. Dengan demikian maka dapat dihasilkan waktu mendekati 1 mikrodetik setiap satu siklus. Kristal 16 MHz ini didukung dua kapasitor keramik C1 dan C2 yang nilainya sama sebesar 22pF. Apabila terjadi beda potensial pada kedua kapasitor tersebut maka kristal akan berosilasi. Pulsa yang keluar adalah berbentuk gigi gergaji dan akan dikuatkan oleh rangkaian internal pembangkit rangkaian pulsa pada mikrokontroler sehingga akan berubah menjadi pulsa clock. Untuk pembagian dari frekuensi internal mikrokontroler itu sendiri yang diinisialisasi dengan program. Jadi fungsi utama dari rangkaian osilator sebagai pembangkit sinyal pewaktuan untuk menjalankan program.

Berikutnya terdapat rangkaian reset. Reset bekerja pada saat berlogika tinggi, transisi logika dari rendah ke tinggi akan me-reset sistem minimum ATmega328. Untuk menghasilkan sinyal tersebut digunakan kapasitor, tahanan dan sebuah saklar *push button* seperti terlihat pada gambar rangkaian keseluruhan. Penyemat reset dihubungkan dengan saklar yang digunakan untuk me-reset mikrokontroller. Karena kaki reset ini aktif berlogika tinggi maka diperlukan Resistor R1 yang nilainya $10K\Omega$ yang dihubungkan dengan tegangan 0 Volt untuk memastikan penyemat reset berlogika rendah saat sistem ini bekerja.

Kapasitor C1=10 μ F berfungsi untuk meredam adanya kesalahan akibat penekanan saklar reset. Fungsi utama dari rangkaian reset adalah untuk mengkondisikan mikrokontroler seperti semula ketika awal mulai mengeksekusi program.

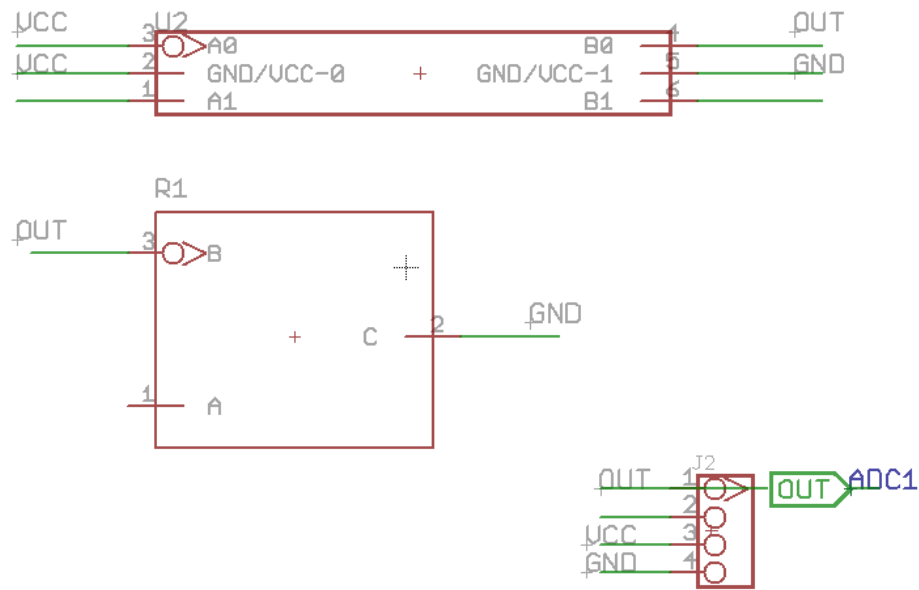


Gambar 3.3 Skematik Minimum Sistem Arduino Uno

3.5.2 Perancangan Sensor

3.5.2.1 Sensor MQ-7

Sensor ini digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida. Keluaran sensor ini berupa resistansi analog yang dengan mudah dapat dikonversi menjadi tegangan dengan menambahkan satu resistor biasa (bisa juga menggunakan potensiometer sehingga ambang batas sensitivitas deteksi dapat disetel sesuai kebutuhan). Dengan mengkonversi impedansi ini menjadi tegangan, hasil bacaan sensor dapat dibaca oleh pin ADC (analog to digital converter) pada mikrokontroler. Output pin dari gas ini dimasukkan ke input analog A0 dari mikrokontroler.



Gambar 3.5 Skematik Sensor MQ2

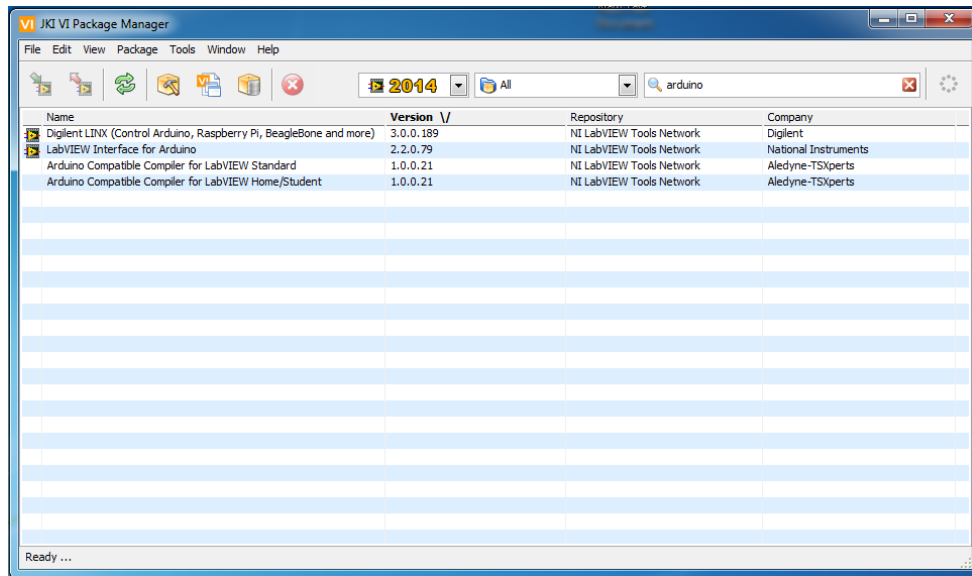
3.6 Perancangan Perangkat Lunak

Untuk perancangan software terdapat beberapa aplikasi yang mendukung untuk terselesaikan skripsi ini. Aplikasi tersebut adalah sebagai berikut :

3.6.1 LabVIEW Interface for Arduino

LabVIEW Interface for Arduino (LVIFA) merupakan toolkit yang menghubungkan antarmuka mikrokontroler Arduino dengan LabVIEW. Dengan mengintegrasikan LabVIEW dan toolkit ini, proses kontrol atau akuisisi data dari mikrokontroler Arduino ke LabVIEW menjadi lebih mudah. Sebab, tidak lagi diperlukan proses inisialisasi alat atau pembuatan driver untuk menjembatani LabVIEW dan Arduino. Baris kode-kode program sketch pada IDE Arduino berfungsi sebagai engine I/O yang menghubungkan LabVIEW dan Arduino melalui koneksi serial USB. Hal ini membuat proses komunikasi dan sinkronisasi antara LabVIEW dan Arduino menjadi lebih cepat dan efisien. Dan tidak diperlukan lagi pemrograman inisialisasi pin atau terminal Arduino pada struktur kode program LabVIEW. Sebab, bila sketch sudah aktif dan terkoneksi dengan baik saat proses upload ke unit mikrokontroler Arduino telah berhasil, maka tidak lagi diperlukan inisialisasi I/O antarmuka mikrokontroller Arduino. Pada gambar

3.6 terlihat tampilan LabVIEW Interface For Arduino (LVIFA) yang telah aktif atau berstatus ready.

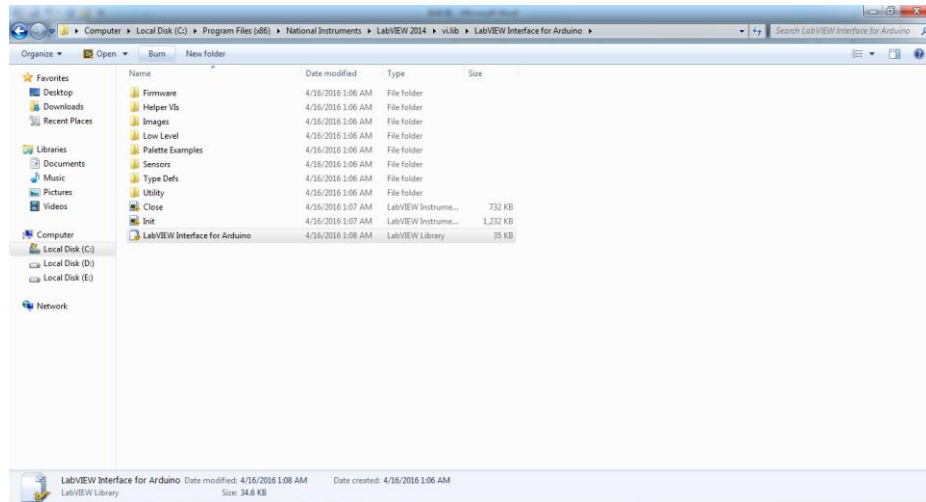


Gambar 3.6 Library LVIFA di VIPM

3.6.2 Program Interface Arduino

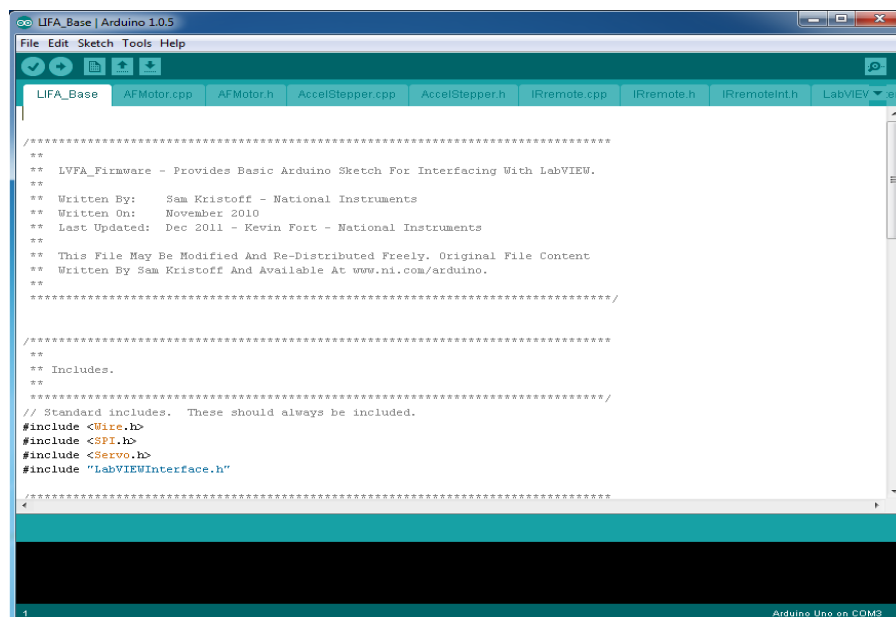
Setelah ikon-ikon dari toolkit LabVIEW Interface for Arduino (LVIFA) telah dipastikan terinstal pada LabVIEW, tahap berikutnya adalah mengupload kode Firmware LVIFA ke dalam Arduino. Proses upload ini hanya dilakukan sekali, dan kemudian untuk seterusnya, Arduino tidak perlu lagi diprogram, cukup dilakukan pemrograman di block diagram LabVIEW saja. Kode LVIFA Firmware ini dapat diperoleh di direktori:

C:\ProgramFiles\NationalInstruments\LabVIEW2011\vi.lib\LabVIEWInterfaceforArduino\Firmware\LVIFA_Base\LVIFA_Base



Gambar 3.7 Letak Library LVIFA untuk Interface

Kemudian, klik 2x file LVIFA_Base, maka akan membuka sketch Arduino. Kompilasikan file tersebut dengan menekan tombol verify. Setelah selesai, tekan tombol upload. Namun, harus dipastikan dahulu bahwa board Arduino telah terkoneksi dengan komputer sebelum tombol upload ditekan. Setelah pesan done uploading keluar, maka kode firmware tersebut telah berhasil terinstal dengan baik dipapan rangkaian Arduino. Namun, dapat juga menggunakan cara dengan membuka aplikasi IDE Arduino dahulu, setelah itu klik menu File > Open.. dan selanjutnya arahkan ke direktori tempat file kode LVIFA Firmware diletakan.



Gambar 3.8 Source Code LVIFA

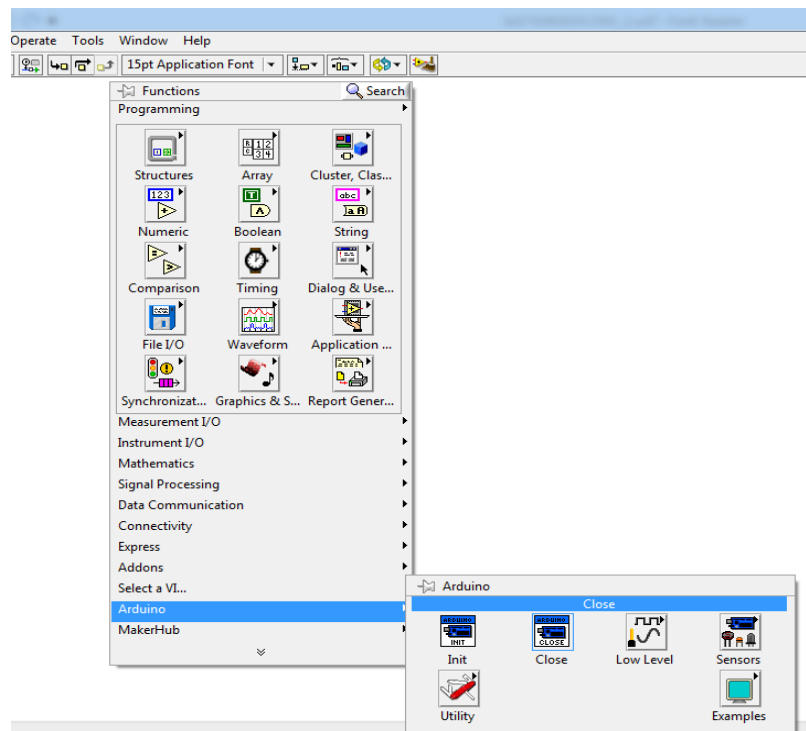
3.6.3 Program Labview

Program yang dirancang dalam software Labview ini dinamakan sebagai Virtual Instrument (VI). Sebab LabVIEW merupakan bahasa pemrograman grafis yang memvisualisasikan suatu instrument. Struktur pemrograman LabVIEW yang digunakan untuk membuat program pada masing-masing VI terdiri atas beberapa istilah khusus, yaitu:

- Front Panel digunakan untuk menjalankan program. fitur pada front panel akan secara otomatis memiliki ikonnya di Block Diagram, khususnya untuk fitur yang membawa data, baik data yang masuk dari pengguna ke program maupun data yang keluar dari program ke pengguna.
- Block Diagram merupakan tempat pembuatan program. Pembuatan program disini dilakukan dengan cara menempatkan beberapa *node* dan menghubungkannya satu sama lain.
- Node adalah semua objek di jendela Block Diagram yang memiliki input atau output dan melakukan operasi tertentu ketika dijalankan, termasuk didalamnya subVI, terminal, struktur dan fungsi.
- subVI merupakan suatu subrutin dalam bahasa pemrograman teks, yaitu sebuah VI didalam VI. SubVI ini berbentuk ikon, atau kotak kecil dengan gambar yang unik didalamnya, dengan kaki input berada disebelah kiri dan kaki output berada disebelah kanan.
- Control adalah semua objek di Front Panel yang memasukan data dari pengguna ke program. Disebut juga Terminal Input. Contoh control ialah knob, tombol, sakelar, dan alat input lainnya.
- Indicator adalah semua objek di Front Panel yang mengeluarkan atau menampilkan data dari program ke pengguna. Disebut juga Terminal Output. Contohnya ialah bentuk visualisasi termometer, intensitas cahaya, data, suara dan informasi lainnya. Indicator juga dapat berupa grafik, LED dan display lainnya.
- Wire atau kabel digunakan untuk menghubungkan ikon-ikon sekaligus untuk menunjukan aliran data dan tipe data suatu VI dengan VI yang lainnya.

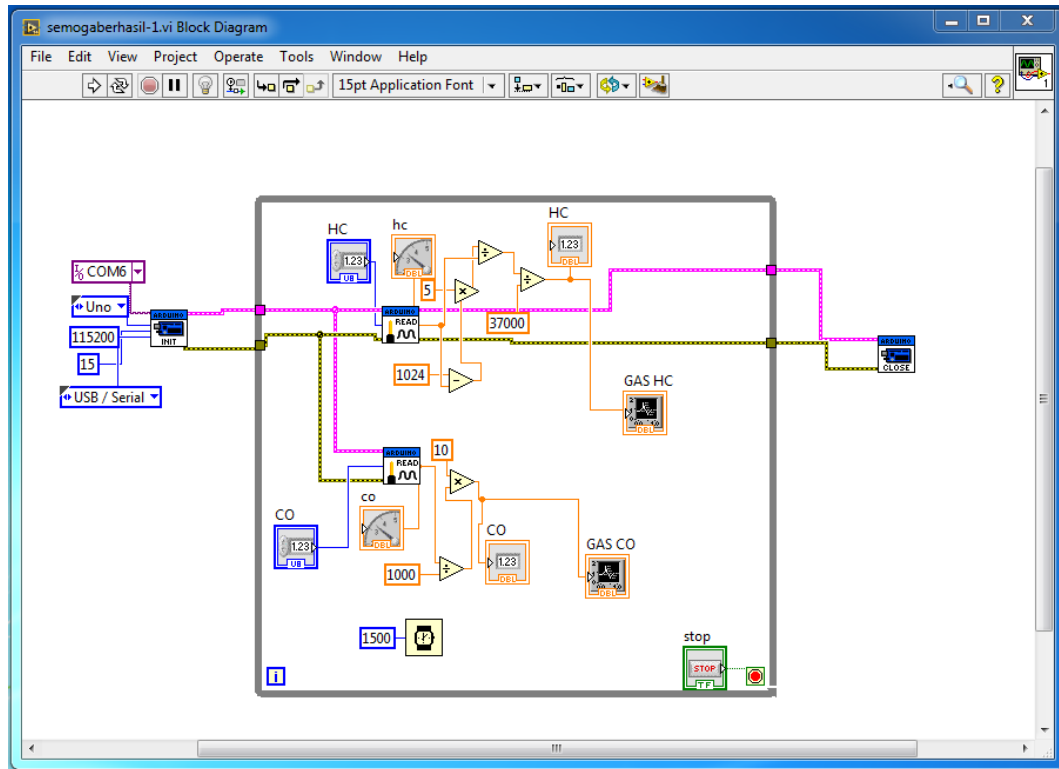
3.6.3.1 Program Blok Diagram

Blok diagram berisi kode-kode yang digunakan untuk pemrograman LabVIEW yang berupa ikon-ikon grafis. Pada blok diagram, setiap obyek yang tampil pada front panel akan berbentuk ikon yang merupakan bagian dari fungsi dan struktur kode program LabVIEW. Pada blok diagram segala terminal yang saling terkoneksi satu sama lain akan dihubungkan oleh *wire* (kawat atau kabel).



Gambar 3.9 Menu Blok Diagram Labview

Untuk pembuatan program alat ukur ini, digunakan beberapa ikon yang diambil dari menu palet Arduino. Baik itu berupa analog input, logika Boolean, dan ikon program Arduino itu sendiri. Sedangkan tampilan hasil pemrograman yang dilakukan pada blok diagram untuk proses akuisisi data pada 2 jenis masukan analog yang dapat dilihat pada gambar 3.10. Untuk membuat program ini hanya perlu klik kanan *mouse* lalu men-*drag and drop* ikon-ikon yang ada pada lembar kerja block diagram saja. Lalu letaknya disusun sesuai alur yang diinginkan pada sebuah struktur proses program *while loop*. Kemudian, hubungkan ikon-ikon program tersebut dengan *wire*.



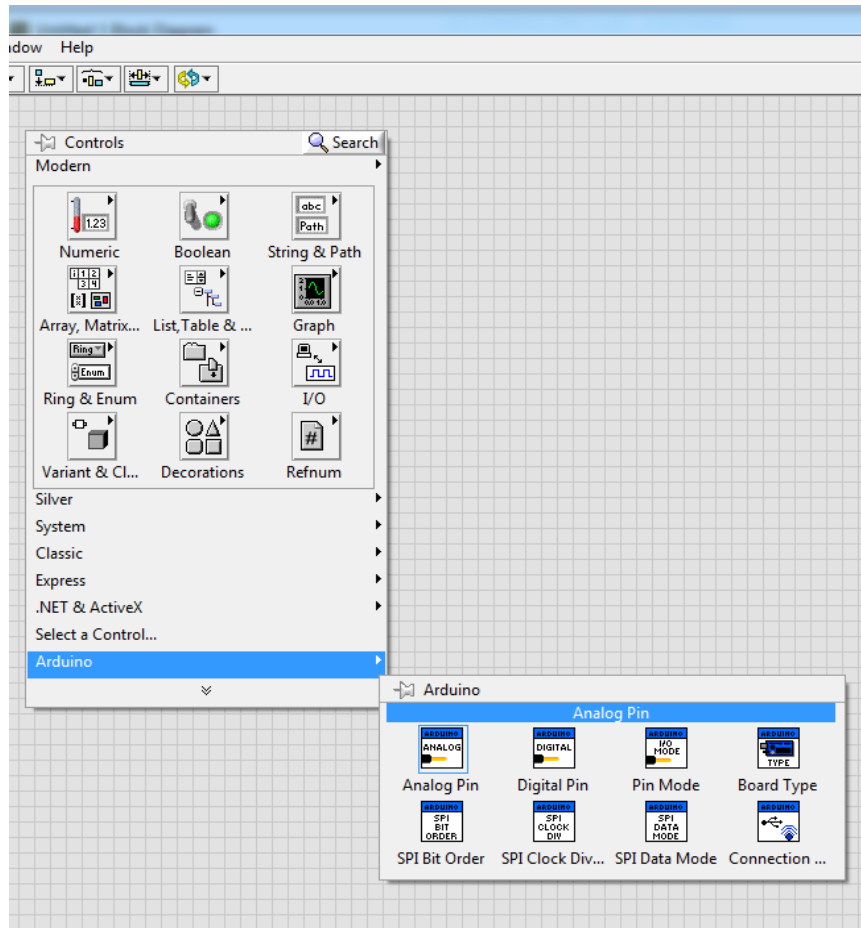
Gambar 3.10 Program Labview

Seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.10, ada beberapa subVI ataupun objek Control dan Indicator yang digunakan dalam program aplikasi LabVIEW untuk akuisisi data sensor tersebut. Berikut ini adalah penjelasan fungsi dari subVI dan ikon program LabVIEW yang digunakan:

- LIFA Init. SubVI ini digunakan untuk mengatur parameter komunikasi dengan Arduino, termasuk port yang digunakan (USB/Serial), tipe board Arduino (Uno), kemudian mengkoneksikannya.
- LIFA Close. Kebalikan dari LIFA Init, LIFA Close digunakan untuk menutup komunikasi dengan Arduino. Dan juga terdapat fungsi pesan untuk pendeteksi kesalahan (*error*).
- LIFA Analog Read Pin. SubVI ini digunakan untuk membaca nilai tegangan analog (0-5V) pada kaki analog Arduino yang sesuai dengan Analog Input Pin.

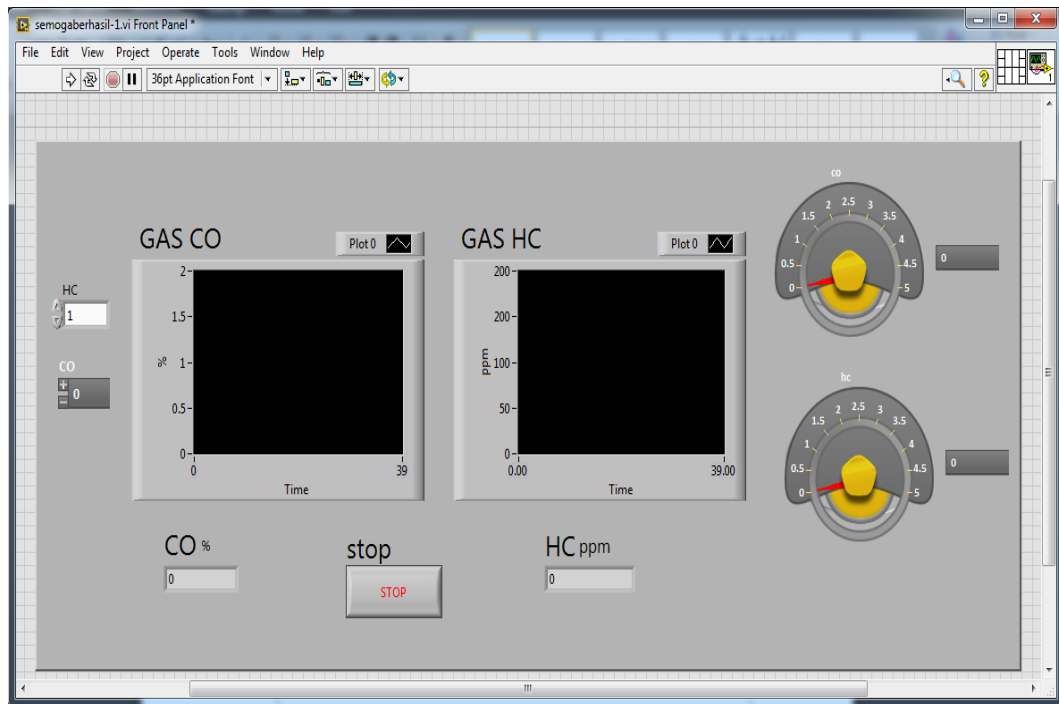
3.6.3.2 Program Frontpanel

Front Panel digunakan untuk berinteraksi dengan pengguna pada saat program LabVIEW sedang berjalan. Pengguna dapat mengontrol program, mengubah input, dan memantau data secara real-time.



Gambar 3.11 Menu Front Panel Labview

Front panel merupakan *user interface* dari program VI yang terdiri atas beberapa ikon *control* dan *indicator*. Pada perancangan sistem yang dibuat, front panel digunakan sebagai Graphical User Interface (GUI) sehingga tidak banyak pemrograman disini. Umumnya, pada front panel hanya diperlukan penyusunan tata letak hasil visualisasi instrumen dari kode program yang telah dilakukan pada blok diagram. Dengan kata lain, proses pemrograman akan dilakukan pada blok diagram.

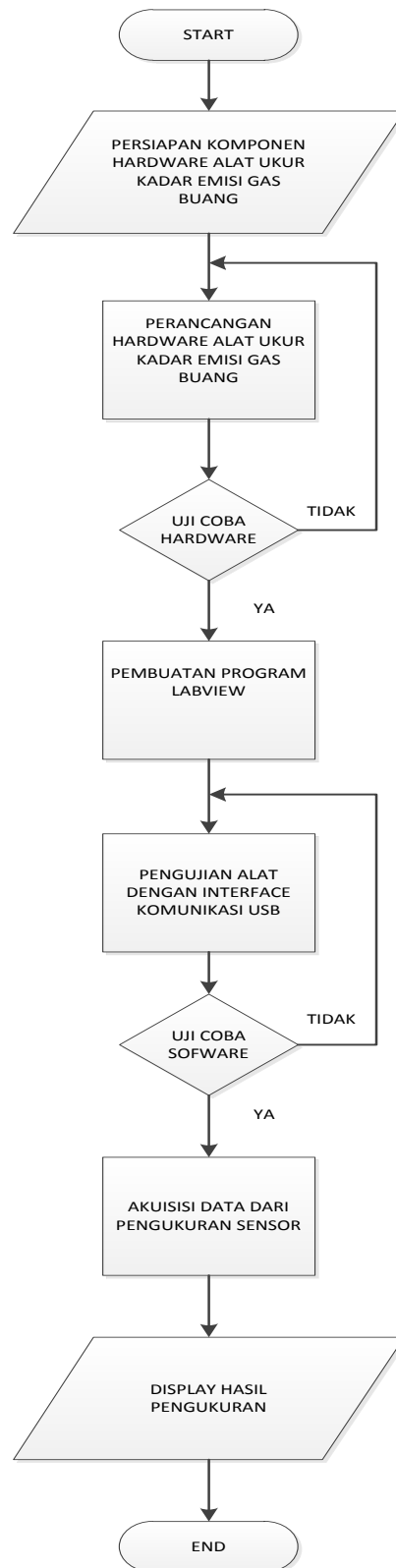


Gambar 3.12 Tampilan User Interface

Pada gambar 3.12 dapat kita lihat ada beberapa fitur frontpanel yang digunakan dalam pemrograman ini. Berikut adalah penjelasan fungsi dari ikon program pada frontpanel.

- **Control.** Digunakan untuk memilih pin yang digunakan di arduino. Atau disebut juga Terminal Input. Dalam pemrograman ini pin 0 digunakan untuk inputan sensor gas CO, sedangkan pin 1 digunakan untuk inputan sensor gas HC.
- **Indicator.** Digunakan untuk mengeluarkan atau menampilkan data dari program ke pengguna. Atau disebut juga Terminal Output. Dalam pemrograman ini, indicator difungsikan untuk melihat tegangan yang dihasilkan sensor ketika mendeteksi adanya gas.
- **Waveform chart.** Adalah tipe khusus dari indikator numerik yang digunakan untuk menampilkan plot data dari hasil deteksi sensor gas.

3.7 Flowchart



Gambar 3.13 Flowchart Rancang Bangun Alat

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan

Pada bab ini menjelaskan bagaimana cara melakukan pengujian alat yang hasil dan pembahasannya dapat diketahui bagaimana kinerja dari keseluruhan sistem serta kinerja masing-masing komponen. Hasil dari pengujian ini akan dijadikan sebagai suatu kesimpulan serta apa saja yang perlu segera diperbaiki supaya kinerja keseluruhan perancangan sistem yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diinginkan.

Pengujian dan pembahasan sistem ini meliputi :

- Pengujian minimum sistem Arduino Uno
- Pengujian rangkaian sensor MQ-7 (Gas CO)
- Pengujian rangkaian sensor MQ-2 (Gas HC)
- Pengujian keseluruhan sistem alat ukur emisi gas buang

4.2 Pengujian Minimum Sistem Arduino UNO

Pada perancangan alat ukur emisi gas buang ini penulis menggunakan minimum sistem Arduino uno sebagai mikrokontroler. Untuk pengujian minimum sistem ini penulis melakukan pengujian pada pin-pin input analog apakah sudah berfungsi dengan baik atau tidak, karena pin-pin ini digunakan sebagai masukan dari sensor-sensor sehingga supaya tidak ada kesalahan dalam pembacaan nilai yang diterima sensor. Untuk melihat apakah pin-pin tersebut sudah berfungsi dengan baik dengan cara melakukan pengukuran tegangan dengan alat ukur multimeter digital.

4.2.1 Peralatan yang dibutuhkan

1. Arduino Uno
2. Multimeter Digital
3. Kabel Penghubung
4. Catu daya 5 Volt

4.2.2 Langkah-langkah yang dilakukan

1. Hubungkan Arduino uno dengan catu daya 5 volt
2. Masukkan kabel keluaran sensor ke pin A0-A1.
3. Beri inputan berupa gas ke arah sensor
4. Hubungkan *probe* positif dari multimeter digital ke masing-masing pin analog input dan *probe* negatif ke pin ground
5. Mengukur tegangan dari pin analog mikrokontroler
6. Mencatat hasil pengukuran yang telah dilakukan.

4.2.3 Hasil Pengujian

- Hasil pengujian tegangan output mikrokontroler saat kondisi udara normal



Gambar 4.1 Hasil Pengujian Pin Analog Saat Kondisi Udara Normal

- Hasil pengujian tegangan output mikrokontroler saat diberikan sedikit gas



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Pin Analog Diberikan Sedikit Gas

- Hasil pengujian tegangan output mikrokontroler saat diberikan banyak gas



Gambar 4.3 Hasil Pengujian Pin Analog Diberikan Banyak Gas

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pin Input

No	Vout (volt)
1	0.09
2	1.39
3	4.61

4.2.4 Analisa Pengujian

Pada gambar 4.1 saat sensor tidak diberi inputan gas atau pada saat kondisi udara bersih maka output tegangan dari sensor tersebut rendah yaitu 0.09 volt. Pada gambar 4.2 saat sensor diberi sedikit inputan gas maka output tegangan dari sensor tersebut naik dari sebelumnya yaitu 1.39 volt dan pada gambar 4.3 ketika diberi inputan gas yang banyak maka output tegangan sensor tinggi yaitu 4.61 volt. Ini mengartikan bahwa pin analog input pada minimum sistem arduino dapat berfungsi dengan baik.

4.3 Pengujian Sensor MQ-7 (CO)

Pada pengujian sensor yang digunakan dalam perancangan alat ini yaitu sensor gas MQ-7. Pada prinsipnya sensor ini bekerja melalui perubahan resistansi bila terdapat gas yang terdeteksi dan mengirim perubahan tegangan ke komputer, tinggi rendahnya tegangan tergantung jumlah gas yang dideteksi. Untuk pengujian dari sensor ini penulis melakukan langkah-langkah mencari nilai satuan sensor sesuai datasheet untuk melakukan pengukuran konsentrasi gas dalam satuannya.

4.3.1 Peralatan yang dibutuhkan

1. Sensor gas MQ-7 (CO)
2. Arduino Uno
3. Komputer

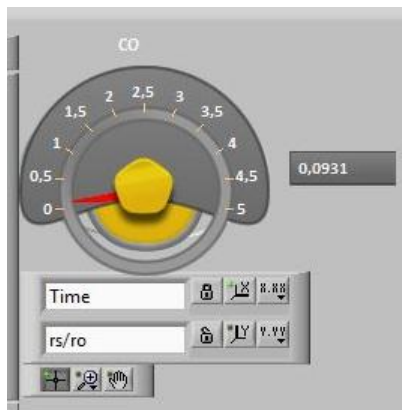
4.3.2 Langkah-langkah yang dilakukan

1. Hubungkan arduino uno ke komputer
2. Masukkan kabel keluaran sensor ke pin A0
3. Mencari nilai adc dengan masukan script program ke software arduino
4. Menghitung nilai adc ke tegangan dengan rumus
5. Mencari nilai RS dengan rumus
6. Mencari nilai RS/RO dengan rumus
7. Mengukur tegangan output sensor menggunakan multimeter.
8. Menguji nilai respon dengan alat ukur standart (pada pengujian keseluruhan)
9. Mencatat hasil pengukuran yang telah dilakukan

4.3.3 Hasil Pengujian

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor MQ-7 (CO)

No	Tampilan Labview	Pengukuran dengan Multimeter	% Error
	Vout (volt)	Vout (volt)	
1	0.09	0.09	0
2	0.09	0.09	0
3	0.07	0.07	0
Error rata-rata			0%



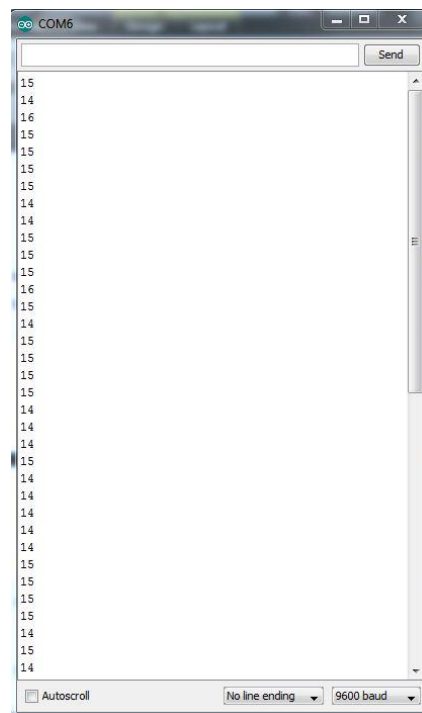
Gambar 4.4 Pengujian Tegangan Sensor MQ 7 di Labview



Gambar 4.5 Pengukuran Tegangan Sensor MQ-7 Dengan Multimeter

4.3.4 Analisa Pengujian

Pada tabel 4.2 pengujian dilakukan yaitu pengukuran menggunakan multimeter mengukur tegangan keluaran sensor dan perhitungan yaitu melihatnya di labview, sensor dapat dilihat bahwa terdapat nilai vout dimana nilai ini didapat dari perubahan resistansi sensor terhadap kondisi gas disekitar, lalu nilai tegangan ini yang akan diubah menjadi nilai satuan gas. Data pada mikrokontroler arduino yang didapat adalah nilai adc seperti ditampilkan pada gambar 4.6. Nilai adc sensor saat kondisi udara bersih sekitar 14-16.



Gambar 4.6 Nilai Adc Sensor MQ-7

Nilai adc inilah yang akan diolah menjadi nilai tegangan (vout) karena dari arduino mengirim data ke komputer berupa perubahan tegangan dari sensor tersebut. Nilai tegangan dapat dicari dengan:

$$V_o = adc \left(\frac{5}{1024} \right)$$

$$V_o = 16 \left(\frac{5}{1024} \right)$$

$$V_o = 0.077$$

Setelah itu mencari nilai RS, dapat dicari dengan:

$$RS = \left(\frac{V_C - V_O}{V_O} \right) RL$$

Dimana:

$$V_C = 5V$$

$$RL = 10k\Omega$$

Sesuai dengan datasheet nilai V_C adalah tegangan input yang diterima sensor dan RL adalah nilai resistor pada sensor yakni $10k\Omega$.

$$RS = \left(\frac{5V - 0.07V}{0.07V} \right) 10k\Omega$$

$$RS = (70.428) 10k\Omega$$

$$RS = 704.28$$

Jika kita menganalisa grafik yang ada pada datasheet maka dapat dilihat bahwa R_S/R_O akan bernilai 1 pada konsentrasi 100 ppm, artinya nilai $R_S = R_O$ dan nilai R_O ini adalah nilai saat kondisi udara bersih.

error pengukuran terhadap perhitungan dapat dihitung dengan persamaan :

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Perhitungan}}{\text{Hasil Perhitungan}} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{0.09 - 0.09}{0.09} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 0 \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 0 \%$$

Error rata-rata pada pengujian sensor MQ-7

$$\overline{\% \text{ error}} = \frac{\sum \% \text{ error}}{\text{Jumlah Percobaan}}$$

$$\overline{\% \text{ error}} = \frac{0}{3}$$

$$\overline{\% \text{ error}} = 0\%$$

4.4 Pengujian Sensor MQ-2 (HC)

Pada pengujian sensor yang digunakan dalam perancangan alat ini yaitu sensor gas MQ-2. Pada prinsipnya sensor ini bekerja melalui perubahan resistansi bila terdapat gas yang terdeteksi dan mengirim perubahan tegangan ke komputer, tinggi rendahnya tegangan tergantung jumlah gas yang dideteksi. Untuk pengujian dari sensor ini penulis melakukan langkah-langkah mencari nilai satuan sensor sesuai datasheet untuk melakukan pengukuran konsentrasi gas dalam satuannya.

4.4.1 Peralatan yang digunakan

1. Sensor gas MQ-2 (HC)
2. Arduino Uno
3. Komputer

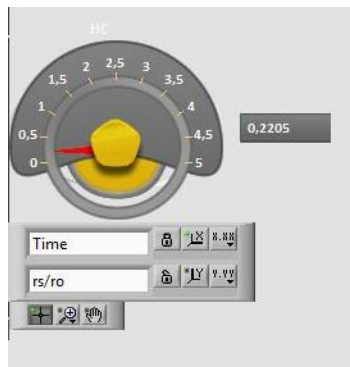
4.4.2 Langkah-langkah yang dilakukan

1. Hubungkan arduino uno ke komputer
2. Masukan kabel keluaran sensor ke pin A1
3. Mencari nilai adc dengan masukan script program ke software arduino
4. Menghitung nilai adc ke tegangan dengan rumus
5. Mencari nilai RS dengan rumus
6. Mencari nilai RS/RO dengan rumus
7. Mengukur tegangan output sensor menggunakan multimeter.
8. kalibrasi nilai respon dengan alat ukur standart (pada pengujian keseluruhan)
9. Mencatat hasil pengukuran yang telah dilakukan

4.4.3 Hasil Pengujian

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor MQ-2 (HC)

No	Tampilan Labview	Pengukuran dengan Multimeter	% Error
	Vout (volt)	Vout (volt)	
1	0.22	0.22	0
2	0.21	0.21	0
3	0.2	0.2	0
Error rata-rata			0%



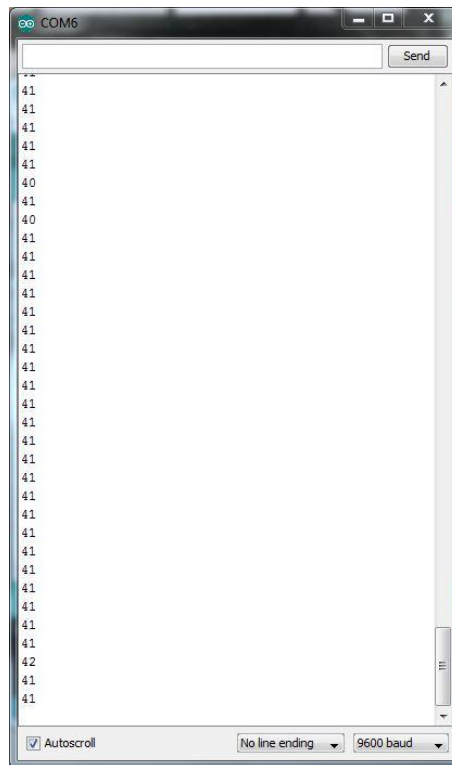
Gambar 4.7 Pengujian Tegangan Sensor MQ 2 di Labview



Gambar 4.8 Pengukuran Tegangan Sensor MQ-2 Dengan Multimeter

4.4.4 Analisa Pengujian

Pada tabel 4.3 pengujian dilakukan yaitu pengukuran menggunakan multimeter mengukur tegangan keluaran sensor dan perhitungan yaitu melihatnya di labview, sensor dapat dilihat bahwa terdapat nilai vout dimana nilai ini didapat dari perubahan resistansi sensor terhadap kondisi gas disekitar, lalu nilai tegangan ini yang akan diubah menjadi nilai satuan gas. Data pada mikrokontroler arduino yang didapat adalah nilai adc seperti ditampilkan pada gambar 4.9. Nilai adc sensor saat kondisi udara bersih sekitar 43-45.



Gambar 4.9 Nilai Adc Sensor MQ-2

Nilai adc inilah yang akan diolah menjadi nilai tegangan (vout) karena dari arduino mengirim data ke komputer berupa perubahan tegangan dari sensor tersebut. Nilai tegangan dapat dicari dengan:

$$Vo = adc \left(\frac{5}{1024} \right)$$

$$Vo = 45 \left(\frac{5}{1024} \right)$$

$$Vo = 0.22v$$

Setelah itu mencari nilai RS, dapat dicari dengan:

$$RS = \left(\frac{V_C - V_O}{V_O} \right) RL$$

Dimana:

$$V_C = 5V$$

$$RL = 5k\Omega$$

Sesuai dengan datasheet nilai V_C adalah tegangan input yang diterima sensor dan RL adalah nilai resistor pada sensor yakni $5k\Omega$

$$RS = \left(\frac{5 - 0.22}{0.22} \right) 5k\Omega$$

$$RS = (21.72) 5k\Omega$$

$$RS = 108.63$$

Jika kita menganalisa grafik yang ada pada datasheet maka dapat dilihat bahwa R_S/R_O akan bernilai 1 pada konsentrasi 1000 ppm, artinya nilai $R_S = R_O$ dan nilai R_O ini adalah nilai saat kondisi udara bersih.

error pengukuran terhadap perhitungan dapat dihitung dengan persamaan :

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Perhitungan}}{\text{Hasil Perhitungan}} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{0.22 - 0.22}{0.22} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 0 \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 0 \%$$

Error rata-rata pada pengujian sensor MQ-2

$$\overline{\% \text{ error}} = \frac{\sum \% \text{ error}}{\text{Jumlah Percobaan}}$$

$$\overline{\% \text{ error}} = \frac{0}{3}$$

$$\%error = 0\%$$

4.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian dilakukan untuk menguji kemampuan fungsi sistem kerja dari alat tersebut apakah sudah bekerja sesuai yang diharapkan atau tidak. Pengujian ini juga untuk mengambil data dari alat tersebut, data yang diambil yaitu kadar emisi gas CO dan HC lalu data tersebut dikalibrasi dengan alat standar. Alat ini dibandingkan dengan alat milik Auto2000 Sukun. Setelah mendapatkan data tersebut lalu menghitung perbandingan error kesalahan pembacaan sensor.

4.5.1 Langkah Pengujian

1. Hubungkan alat ke komputer melalui port usb
2. Upload program LIFA_BASE ke arduino
3. Jalankan program Labview
4. Lakukan pengukuran emisi gas buang
5. Cari nilai respon sensor terhadap satuan ppm
6. Menghitung nilai respon sensor terhadap satuan ppm dengan persamaan regresi linier
7. Mencatat hasil pengukuran yang telah dilakukan

4.5.2 Hasil Pengujian

Tabel 4.4 Hasil Nilai Respon Sensor

No	ALAT Ukur		ALAT Standar	
	MQ7(CO)	MQ2(HC)	CO	HC
	rs/ro	rs/ro		
1	0,02	0,55	0,1	9
2	0,03	0,69	0,07	6
3	0,05	0,73	0,04	5
4	0,07	0,83	0,02	4
5	0,09	0,95	0,01	2

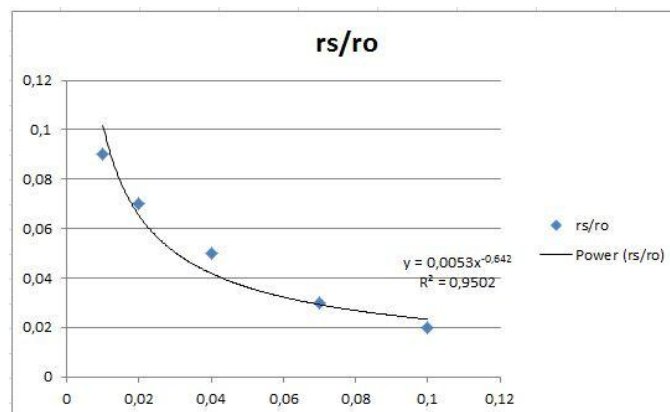
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Alat ukur

No	ALAT Ukur		ALAT Standar		%Error	
	%CO = $[0,0053/(rs/ro)]^{1,55}$	ppmHC = $[1,2761/(rs/ro)]^{2,8}$	CO	HC	CO	HC
1	0,06	33	0,05	32	20	3.1
2	0,3	172	0,27	171	11	0.5
3	0,03	28	0,03	26	0	7.6
4	0,1	47	0,09	45	11	4.4
5	0,1	43	0,09	41	11	4.8
Error rata-rata					10.6	4.1

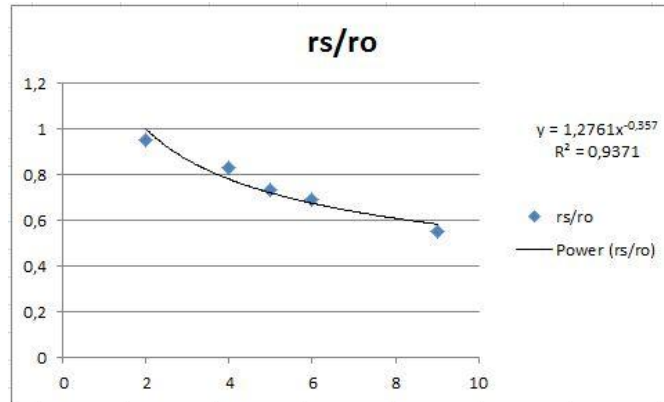
4.5.3 Analisa Hasil Pengujian

Untuk mengetahui nilai konsentrasi gas (ppm) dalam udara terlebih dahulu mencari nilai rs/ro, nilai rs/ro adalah nilai respon sensor terhadap konsentrasi gas yang diukur. Kemudian diolah ke dalam bentuk satuan ppm. Perubahan nilai rs/ro terhadap konsentrasi gas CO dan HC terdapat pada tabel 4.4.

Untuk mencari nilai ppm kita dapat menggunakan microsoft excel dengan regresi (trendline) power, maka diperoleh $y = 0,0053x^{-0,642}$ (CO) dan $y = 1,2761x^{-0,357}$ (HC). Dari proses ini didapat rumus untuk mengubah nilai ratio menjadi satuannya, yaitu : %CO = $[0,0053/(rs/ro)]^{1,55}$ dan ppmHC = $[1,2761/(rs/ro)]^{2,8}$.



Grafik 4.1 persamaan nilai regresi gas CO



Grafik 4.2 persamaan nilai regresi gas HC

error pengujian gas HC alat ukur terhadap alat standar dapat dihitung dengan persamaan :

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Perhitungan}}{\text{Hasil Perhitungan}} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{172 - 171}{171} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 0.005 \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 0.5 \%$$

Error rata-rata pada hasil pengujian gas HC

$$\overline{\% \text{ error}} = \frac{\sum \% \text{ error}}{\text{Jumlah_Percobaan}}$$

$$\overline{\% \text{ error}} = \frac{20.4}{5}$$

$$\overline{\% \text{ error}} = 4.1 \%$$

error pengujian gas CO alat ukur terhadap alat standar dapat dihitung dengan persamaan :

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Perhitungan}}{\text{Hasil Perhitungan}} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{0.3 - 0.27}{0.27} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 0.11 \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 11 \%$$

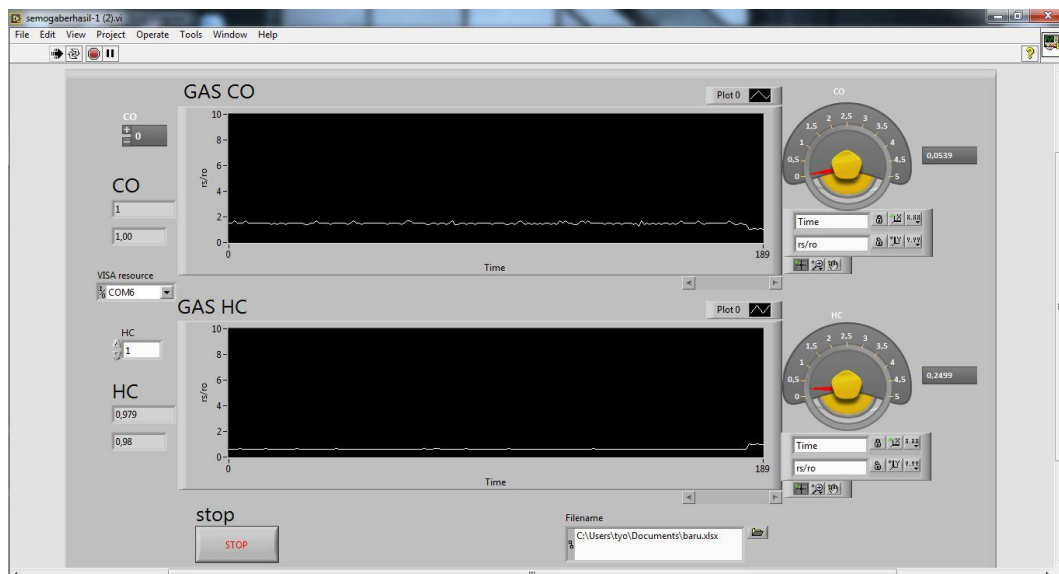
Error rata-rata pada hasil pengujian gas CO

$$\overline{\% \text{ error}} = \frac{\sum \% \text{ error}}{\text{Jumlah_Percobaan}}$$

$$\overline{\% \text{ error}} = \frac{53}{5}$$

$$\overline{\% \text{ error}} = 10.6 \%$$

Pada saat pengujian keseluruhan terdapat persentasi error sebesar 4.1% (HC) dan 10.6% CO dalam pengukuran mungkin disebabkan partikel-partikel kotoran serta uap air yang dihasilkan dari proses pembakaran mesin dapat mempengaruhi kinerja sensor sehingga nilai yang dibaca tidak akurat.



Gambar 4.10 Hasil Tampilan Pada Labview

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan perancangan, pengujian dan berdasarkan dari hasil menganalisa sistem, maka dapat diambil beberapa kesimpulan serta hal yang dapat digunakan untuk perbaikan dan pengembangan selanjutnya, yaitu :

1. Berdasarkan dari hasil pengujian sistem keseluruhan dapat diambil kesimpulan bahwa alat ukur kadar emisi gas buang kendaraan bermotor telah berhasil dibuat dan dapat bekerja dengan baik.
2. Telah dapat diperoleh persamaan regresi linier yaitu $HC = [1,2761/(rs/ro)]^{2,8}$ dan $CO = [0,0053/(rs/ro)]^{1,55}$ berdasarkan dari hasil pengujian nilai respon sensor terhadap alat ukur standar milik Auto2000 Sukun.
3. Berdasarkan pengujian nilai persamaan regresi linier bahwa ketika konsentrasi gas tinggi maka nilai respon sensor semakin rendah.
4. Terdapat persentasi error sebesar 4.1% (HC) 10.6% (CO) dalam pengukuran mungkin disebabkan partikel-partikel kotoran serta uap air yang dihasilkan dari proses pembakaran mesin dapat mempengaruhi kinerja sensor sehingga nilai yang dibaca tidak akurat.

5.2 Saran

Dari hasil pembuatan alat ini tidak lepas dari kekurangan perancangan sistem maupun peralatan yang digunakan, untuk itu agar sistem dapat bekerja dengan baik maka dapat disarankan untuk perbaikan dan penyempurnaan, antara lain :

1. Untuk mendapatkan hasil yang baik dan memuaskan sebaiknya pengujian dilakukan dengan banyak sample kendaraan yang berbeda tipe.
2. Untuk meminimalisir terjadinya error dalam pembacaan sensor sebaiknya diberi filter atau saringan pada saluran alat ukur agar dapat menyaring partikel-partikel kotoran serta uap air sehingga gas yang masuk dapat diserap dengan baik oleh sensor.
3. Untuk pengembangan lebih lanjut penulis menyarankan agar menambahkan jenis emisi gas lain yang diukur seperti CO₂ dan O₂.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, 2015. Bahan bakar dan emisi: Mengenal Standar Emisi Euro, (Online), (<http://www.gaikindo.or.id/mengenal-standar-emisi-euro-bag-1/>), diakses 12 Februari 2016.
- [2] Emisi Gas Buang. (Online). (https://id.wikipedia.org/wiki/Emisi_gas_buang) diakses 12 Februari 2016.
- [3] Tjitra, A. Menganalisa Sendiri Hasil Test Emisi Gas Buang, (Online), (<http://saft7.com/menganalisa-sendiri-hasil-test-emisi-gas-buang/>), diakses 14 Februari 2016.
- [4] Justo, P.D., dan Gertz, H. (2013). *Atmospheric Monitoring With Arduino*. Gravenstein Highway North: O'Reilly Media ,Inc.
- [5] Anonim, 2016. (Online). (<http://www.geraicerdas.com/sensor/analog-gas-sensor-mq7-carbon-monoxide-detail>), diakses 11 Februari 2016.
- [6] Fandi. Pemrograman Arduino, (Online), (<http://fandi.students.uii.ac.id/>), diakses pada 24 Mei 2016.
- [7] Arduino Board UNO. (Online). (<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>), diakses 9 Februari 2016.
- [8] Komunikasi Serial. (Online). (https://id.wikipedia.org/wiki/Komunikasi_serial), diakses 14 Februari 2016.
- [9] Hastuti, NF. (Online), (<http://terminaltechno.blog.uns.ac.id/2009/11/07/pengkabelan-port-serial-port-paralel-usb-dan-port-serial-rs-232/>), diakses pada 26 Maret 2016
- [10] Wijaya, SK. 2013. Pengenalan Instrumentasi Maya, (Online), diakses 24 April 2016
- [11] Otálora,A. Soto. 2015. Design And Evaluation of a Portable Meter Oil Pollution Prototype Wastewater With Temperature Control Using Arduino Technology. Jurnal Tugas Akhir, (online), (www.arpnjournals.com/.../jeas_0815_2367.pdf), diakses 9 Februari 2016

LAMPIRAN

DATASHEET

PROGRAM